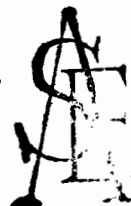


SOCIETE CENTRALE POUR
L'EQUIPEMENT DU TERRITOIRE
INTERNATIONAL

**ETUDE BATHYMETRIQUE
ET SEDIMENTOLOGIQUE
D'UN BRAS DU LAC TCHAD
(YAKOUA - MANDI)**

N° de Convention ORSTOM : 841
Exercice budgétaire concerné : 1971
Date de parution du rapport : Juillet 1972

Etude Financée par le Fonds
d'Aide et de Coopération
de la République Française



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE FORT-LAMY



SOCIETE CENTRALE POUR
L'EQUIPEMENT DU TERRITOIRE
INTERNATIONAL

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

ETUDE BATHYMETRIQUE ET SEDIMENTOLOGIQUE
D'UN BRAS DU LAC TCHAD (YAKOUA-MANDI)

B. DUPONT et P. FRAQUET.

CENTRE ORSTOM de FORT-LAMY

Juillet 1972

S O M M A I R E

	Pages
I INTRODUCTION	2
II LES MATERIAUX : NATURE et REPARTITION	
21 La vase	3
22 L'argile	4
23 Le limon	5
24 Les sables	5-6
III LES MATERIAUX : SUCCESSION STRATIGRAPHIQUE	
31 Coupe théorique	7
32 Description des carottes	9
IV LES MATERIAUX : RESULTATS ANALYTIQUES	
41 Granulométrie des vases, argiles, limons et sables	14
42 Carbone et azote organiques	22
43 Carbonates	23
44 Phosphore total	29
45 Bases échangeables et capacité d'échange	32
46 Extraits saturés	32
47 Minéralogie et analyse triacide	38
48 Dessiccation et tassement	39
49 Conductivité des eaux	42
V CONCLUSION	44
Bibliographie	46
Table des figures	48
Tableaux	49
Cartes et figures hors-texte	50

I INTRODUCTION

Le rapport et les cartes ci-jointes ont été réalisés dans le cadre d'une Convention établie entre la Société Centrale pour l'Équipement du Territoire - International (SCET-International) et l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM) sur financement FAC; l'étude a été demandée en vue de la poldérisation du bras de Mandi et l'aménagement du nouveau polder. Les travaux ont été effectués sous la responsabilité de B. Dupont et P. Fraquet. Les données analytiques ont été fournies par les laboratoires du Centre ORSTOM de Fort-Lamy (sous la direction de C. Blanch) et des Services Scientifiques Centraux de l'ORSTOM (sous la direction de B. Dabin et P. Pelloux). Les travaux antérieurs réalisés par l'ORSTOM, notamment ceux de C. Cheverry sur les polders et B. Dupont sur le lac, ont été largement utilisés. Les fonds topographiques ont été fournis par la SCET-INTERNATIONAL.

La zone étudiée, à proximité immédiate de Bol dans l'archipel du lac Tchad, comprise entre les îles de Moun-Dagami, Moun, Berim, Yakoua, Dessoulom, Mafou et Saoua, correspond à un bras du lac, d'orientation générale nord-sud, d'approximativement 13 km. de long sur une largeur variant de moins de 1 km. à plus de 2 km. Les études antérieures ont depuis longtemps établi que l'archipel s'est formé lors de l'invasion des creux interdunaires de l'ancien erg du Kanem par les eaux du lac. Dans la région de Bol le sommet des dunes domine la surface de l'eau d'une dizaine de mètres, la profondeur des bras étant de 2 à 3 mètres. Les creux interdunaires, dissymétriques à l'origine, la bordure est étant généralement plus profonde que la bordure ouest, ont été aplanis par une série de dépôts lacustres argileux avec quelques intercalations de sables éoliens d'épaisseur et d'extension géographique très limitées. Ces dépôts se sont modelés sur la topographie préexistante et présentent une allure en fond de bateau; ils se raccordent aux dunes par des biseaux dont la pente peut atteindre une dizaine de pour cent. La série lacustre déposée mesure une dizaine de mètres d'épaisseur mais localement les courants ont pu en empêcher le dépôt ou la creuser de chenaux. Entre Berim et Yakoua une fosse de plus de 10 m. de profondeur est ainsi attribuée à l'action des courants; c'est la fosse la plus profonde, actuellement connue, de l'ensemble du lac.

II LES MATERIAUX : NATURE ET REPARTITION.

Les matériaux rencontrés ont été définis et caractérisés d'une part à partir des travaux antérieurs effectués par l'ORSTOM sur l'ensemble du lac, sa bordure nord-est (Kanem) et sur les polders de Bol, d'autre part à partir d'environ 200 carottages dans la zone du futur polder. Les analyses ont porté principalement sur :

- la granulométrie,
- les teneurs en carbone et en azote organiques,
- les carbonates,
- les phosphates,
- les bases échangeables et la capacité d'échange,
- les sels solubles,
- la minéralogie des argiles,
- la dessiccation et le tassement des sédiments.

Les particules élémentaires sont argileuses et siliceuses. Des quantités plus ou moins importantes de matières organiques, d'origine végétale, viennent s'y ajouter. La texture est soit sableuse, dans le cas des dunes, soit argileuse, dans le cas des dépôts lacustres. Elle est, dans ce dernier cas, presque toujours argilo-humifère (de 4 à 10 % de matière organique) ou humo-argileuse (de 10 à 20 % de matière organique).

Pour faciliter l'étude des matériaux rencontrés on a distingué :

- la vase,
- l'argile,
- le limon,
- le sable.

21 - La vase

Ce matériau de couleur brune ou grise, parfois noire, se présente sans aucune structure ni consistance. Il est toujours gorgé d'eau, celle-ci représentant 88 % du poids humide (de 72 à 90 %) et 700 % du poids sec. La vase brune renferme de très nombreux débris végétaux, encore peu décomposés, pouvant atteindre plusieurs centimètres (fragments de tiges, de rhizômes, noeuds...); elle passe parfois à une véritable tourbe. La vase grise, par contre, ne renferme généralement pas de débris végétaux directement identifiables.

La fraction minérale est composée de 65 à 84 % d'argile, de 6 à 26 % de limon et de 0 à 12 % de sable (argile = inférieur à 0,002 mm., limon = de 0,002 à 0,020 mm., sable = supérieur à 0,020 mm.). La vase brune est souvent plus riche en limon que la vase grise, celle-ci étant par contre souvent plus riche en sable. Il n'y a pas d'éléments supérieurs à 2 mm.,. La matière organique est abondante : 24 % (de 10 à 39 %) pour la vase brune qui est un véritable humus, 13 %

(de 8 à 16 %) pour la vase grise. La teneur moyenne en carbone et en azote organiques est de 142 % et 8,5 % pour la vase brune, de 82 % et de 5,7 % pour la vase grise, le rapport carbone sur azote étant respectivement de 15,6 et 13,4. La teneur en carbonates est nulle ou inférieure à 1 %, la teneur en phosphore total de 1,7 %. La capacité d'échange des vases brunes est de 59 milliéquivalents pour 100 g., celle des vases grises de 49 milliéquivalents. L'étude aux rayons X met en évidence la présence de montmorillonite, de kaolinite et d'illite.

L'épaisseur du niveau de vase est de 40 cm. en moyenne. Séchée à 105° la vase subit un tassement d'environ 60% et une diminution de volume de 90 %.

22 - L'argile.

L'argile se présente sous 3 faciès principaux :

- l'argile molle à structure homogène et continue, malléable, plastique à très plastique.
- l'argile structurée, plus résistante, se débitant en polyèdres de quelques centimètres.
- l'argile granulaire : petits éléments de quelques millimètres à 2 ou 3 centimètres, anguleux à sub-anguleux durs, résistants, sans aucune cohésion entre eux.

Le passage de l'argile molle à l'argile structurée puis à l'argile granulaire s'observe lorsque, par suite d'une baisse du niveau du lac, l'argile molle arrive à l'émersion. Lorsque la tranche d'eau n'a plus que quelques dizaines de cm. d'épaisseur une importante végétation à base de roseaux commence à se développer, son système racinaire pénètre l'argile molle, la fragmente, la faisant passer à l'état d'argile structurée. Lors de l'émersion la structuration est accentuée par le jeu de la dessiccation naturelle (la température au sol peut atteindre 70°) et par les feux de brousse. Lorsque le niveau de l'eau remonte une nouvelle fragmentation intervient au cours de la réhumidification du matériau desséché. Il se forme alors de très nombreux petits éclats qui, repris par les vagues et les courants, s'émoussent plus ou moins pour donner l'argile granulaire. La structure polyédrique ne se rencontre jamais dans les zones les plus profondes restées submergées sous une grande hauteur d'eau.

L'argile molle et l'argile structurée sont toujours gris-bleu (5GY 4/1) à l'état humide. La couleur de l'argile granulaire varie du gris-bleu au gris et au brun sombre.

La fraction minérale de l'argile renferme habituellement plus de 73 % d'argile, de 0 à 21 % de limon, de 0 à 15 % de sable. Il n'y a pas d'éléments grossiers supérieurs à 2 mm. sauf dans le cas de l'argile granulaire qui se présente très souvent comme un sable très grossier ou un gravillon. La teneur en sable de l'argile structurée est généralement plus forte que celle de l'argile molle, sa teneur en argile plus faible (inférieure à 90 %). Dans tous les cas il s'agit d'argiles lourdes.

La phase aqueuse représente de 54 à 76 % du poids humide (120 à 320 % du poids sec) de l'argile molle, de 29 à 57 % (40 à 130 %) de celui de l'argile structurée. La teneur en matière organique est élevée dans l'argile granulaire et l'argile structurée, plus basse dans l'argile molle, respectivement 9, 7 et 4 %. Les teneurs moyenne en carbone et en azote organiques sont de 52 % et de 4,5 % pour l'argile granulaire, de 42 % et 3,8 % pour l'argile structurée, de 23 % et 3,2 % pour l'argile molle. Le rapport carbone sur azote étant de 11,5, 11,0 et 7,3. La texture est argilo-humifère. La teneur en carbonate est nulle, les seuls échantillons carbonatés étant ceux prélevés par carottage à plus de 1,50 m. de profondeur à l'extrémité nord du bras (CaCO_3 inférieur ou égal à 11%). La teneur moyenne en phosphore total, exprimée en P_2O_5 %, est de 1,7 pour l'argile molle, 1,0 pour l'argile structurée et 1,3 pour l'argile granulaire. La capacité d'échange est de 42 milliéquivalents pour 100 g. pour l'argile granulaire, de 38 milliéquivalents pour l'argile structurée, de 36 milliéquivalents pour l'argile molle. Les rayons X mettent en évidence les raies de la montmorillonite, de la kaolinite et de l'illite, celle-ci n'étant souvent présente qu'à l'état de traces. L'argile est généralement très riche en diatomées; certains échantillons examinés en lames minces, se présentent comme un assemblage continu de frustules.

L'épaisseur de l'argile est habituellement de 4 à 5 m., l'argile granulaire n'ayant qu'une dizaine de cm. et l'argile structurée un peu plus de 1 m.

23 - Le limon.

Verdâtre à l'état humide, gris-olive à l'état sec, le limon renferme de 60 à 80 % d'argile, de 18 à 40 % de limon, de 0 à 10 % de sable. Il s'agit donc, en fait, d'une argile selon la nomenclature normalisée. C'est un matériau à structure massive, homogène, à consistance malléable, parfois faiblement élastique, très cohérent, collant.

Sa teneur en matière organique est élevée, 14 % en moyenne, la texture est donc humo-argileuse, mais aucun débris organique identifiable n'y apparaît. Les teneurs moyennes en carbone et en azote organiques sont de 82 % et 6,4 %, le rapport carbone sur azote étant de 13,2.

Seuls les limons rencontrés à l'extrémité nord du bras et en profondeur sont carbonatés, de 0,7 à 2,7 % de CaCO_3 total, partout ailleurs la teneur est nulle ou inférieure à 0,2 %. La teneur moyenne en P_2O_5 total est de 1,5 %.

L'épaisseur du limon est toujours importante, la valeur minimale observée étant de 2 m.

24 - Les sables.

Les sables rencontrés, aussi bien sur les dunes ou les plages que sur le fond du lac ou en profondeur par carottage, sont fins et bien triés. Leur moyenne varie entre 0,164 et 0,264 mm., leur mode étant très généralement voisin ou égal à 0,250 mm. Le sorting-index de Trask varie entre 1,12 et 1,30, moyenne

1,19, la déviation standard entre 0,27 et 0,71, moyenne 0,42. Leur couleur va du brun très pâle au brun jaunâtre clair.

Ces sables sont presque uniquement quartzeux, leur teneur en matière organique est habituellement inférieure à 1 %. Les sables argileux sont peu fréquents et correspondent aux zones de contact entre niveaux franchement argileux et niveaux sableux ou à des mélanges sur les bordures des îles en bas de pente des dunes. Les minéraux lourds sont très peu abondants, moins de 0,2 %, hormis le cas de certains sables triés par les vagues et formant un étroit liseré noir sur les plages. Les minéraux résistants ubiquistes, zircon, tourmaline, rutile, représentent 80 % du total, les minéraux de métamorphisme, staurotide, andalousite, disthène, sillimanite, 10 %. L'étude de l'état de surface des grains montre que près de la moitié sont picotés et un peu moins de la moitié mats. Au point de vue forme les grains sont émoussés ou sub-anguleux, les ovoïdes et les ronds ne représentent qu'environ 20 % du total.

A l'échelle du bras étudié il n'y a pas de différence nette entre les sables quelque soit leur origine : sommet de dune, plage, fond du lac, base de la série argilo-limoneuse lacustre. Dans tous les cas il s'agit d'un même matériau, celui de l'ancien erg envahi par le lac. Les seules différences notables sont liées à l'action de trie exercée par les vagues sur les plages, par le vent au sommet des dunes.

III LES MATERIAUX : SUCCESSION STRATIGRAPHIQUE.

31 - Coupe théorique.

La coupe théorique complète est la suivante, du haut vers le bas :

- I Vase. - Elle forme un premier niveau de 40 cm. environ, pouvant atteindre jusqu'à plus de 1 m. d'épaisseur. Elle est souvent plus épaisse vers le nord ainsi que le long des rivages et dans les zones abritées. Elle est par contre peu épaisse ou même absente dans les zones les plus profondes. On y distingue plusieurs couches, les transitions étant habituellement nettes à très nettes.
- vase grise, homogène, formant une très mince couche sur le fond du lac. Son épaisseur n'est habituellement que de 0,5 à 1 ou 2 cm. mais peut atteindre une dizaine de cm. Elle n'a été observée que dans les zones particulièrement abritées et calmes.
 - vase brune, sur 10 à 20 cm., riche en débris végétaux pouvant atteindre quelques cm. et encore peu décomposés.
 - vase grise, sur 10 à 20 cm., homogène, habituellement sans débris végétaux reconnaissables. Elle est généralement plus épaisse vers le nord et au milieu des bras.
 - sable, exceptionnellement, sous forme d'un très mince lit.
 - vase brune sur 8 à 16 cm., riche en débris végétaux pouvant atteindre plusieurs cm., encore peu décomposés, présents dans tout le niveau, généralement plus abondants à la base où ils forment parfois, sur quelques cm. une sorte de tourbe à éléments grossiers. Cette couche de vase peut n'être représentée que par la tourbe.
 - limon gris-verdâtre reposant exceptionnellement sur, ou remplacé par une argile sableuse, l'ensemble mesurant de 10 à 20 cm. d'épaisseur.
 - lit de sable.
- II Argile. - Une formation argileuse d'environ 4,50 m. repose sous la vase dont elle est parfois séparée par un très mince lit de sable, le sable se mêlant alors généralement sur quelques cm. à l'argile granulaire ou remplissant les fentes de dessiccation de l'argile à structure polyédrique. On distingue :
- argile granulaire, sur une dizaine de cm., grise, parfois brun sombre en surface sur quelques cm. puis grise en profondeur. Le passage au niveau sous-jacent s'effectue sur quelques cm.
 - argile à structure polyédrique, gris-bleu, avec localement des fentes de dessiccation de quelques mm. à exceptionnellement quelques cm. de large. Son épaisseur de quelques dizaines de cm. à plus de 4 m. est en moyenne de 1,20 à 1,30 m. Ce niveau passe d'une façon très progressive au niveau sous-jacent.

- argile molle, homogène, sans structure, gris-bleu, sur environ 3 m.
A environ 1 m. au dessus de sa base elle renferme un niveau plus riche en sable et en limon ainsi qu'en matière organique.

Entre l'argile molle et l'argile à structure polyédrique s'intercale parfois une nouvelle série comprenant sur quelques dizaines de cm., sous un très mince lit de sable parfois remplacé par une argile limoneuse avec débris végétaux ou par une argile sableuse, un second niveau d'argile granulaire et un second niveau d'argile à structure polyédrique.

- III Limon. - L'argile passe d'une façon très progressive, sur une dizaine de cm., à un limon verdâtre renfermant localement de très minces lits de sable. Son épaisseur est toujours importante. La valeur minimale observée est de 2 m. et un sondage l'a pénétré sur 4,20 m. sans le traverser. Dans un sondage ce limon reposait sur un niveau de tourbe de 30 cm., celle-ci reposant à son tour sur 33 cm. de limon très semblable au premier.

- IV Sable. - Le limon passe brutalement à un sable argileux et gris puis uniquement sableux et brun clair en profondeur. Carotté sur plus de 1 m. sa base n'a pas été atteinte.

L'ensemble de ces niveaux correspond à une série lacustre dont la base (niveau de tourbe à la partie inférieure du limon) a été datée, par le carbone radioactif, de 9835 ± 135 ans B.P. L'épaisseur totale de la série est d'environ 10 m., elle est plus faible sur les bordures du bras où elle se termine en biseau, l'ensemble des couches ayant une disposition en fond de bateau.

Cette succession est rarement complète, le niveau de limon ou (et) d'argile sableuse manque fréquemment à la base des vases. L'argile granulaire peut également manquer ainsi qu'un ou deux niveaux de vase. Les très minces couches de sable sont le plus souvent absentes. La succession du haut vers le bas, vase, argile, limon, sable est par contre très générale et facile à reconnaître.

Les sables rencontrés à la base de cette série correspondent à ceux des files, l'archipel de Bol n'étant qu'un ancien erg dont les creux ont été envahis par le lac. Des sondages à plus grande profondeur réalisés par l'Institut International pour l'Amélioration et la Mise en Valeur des Terres, de Wageningen (Hollande) ainsi que par le service du Génie Rural du Tchad, ont mis en évidence à plus grande profondeur de nouvelles couches argileuses ou limoneuses de forme lenticulaire, couches correspondant à des dépôts dans les creux d'un système dunaire différent du système actuel plus récent.

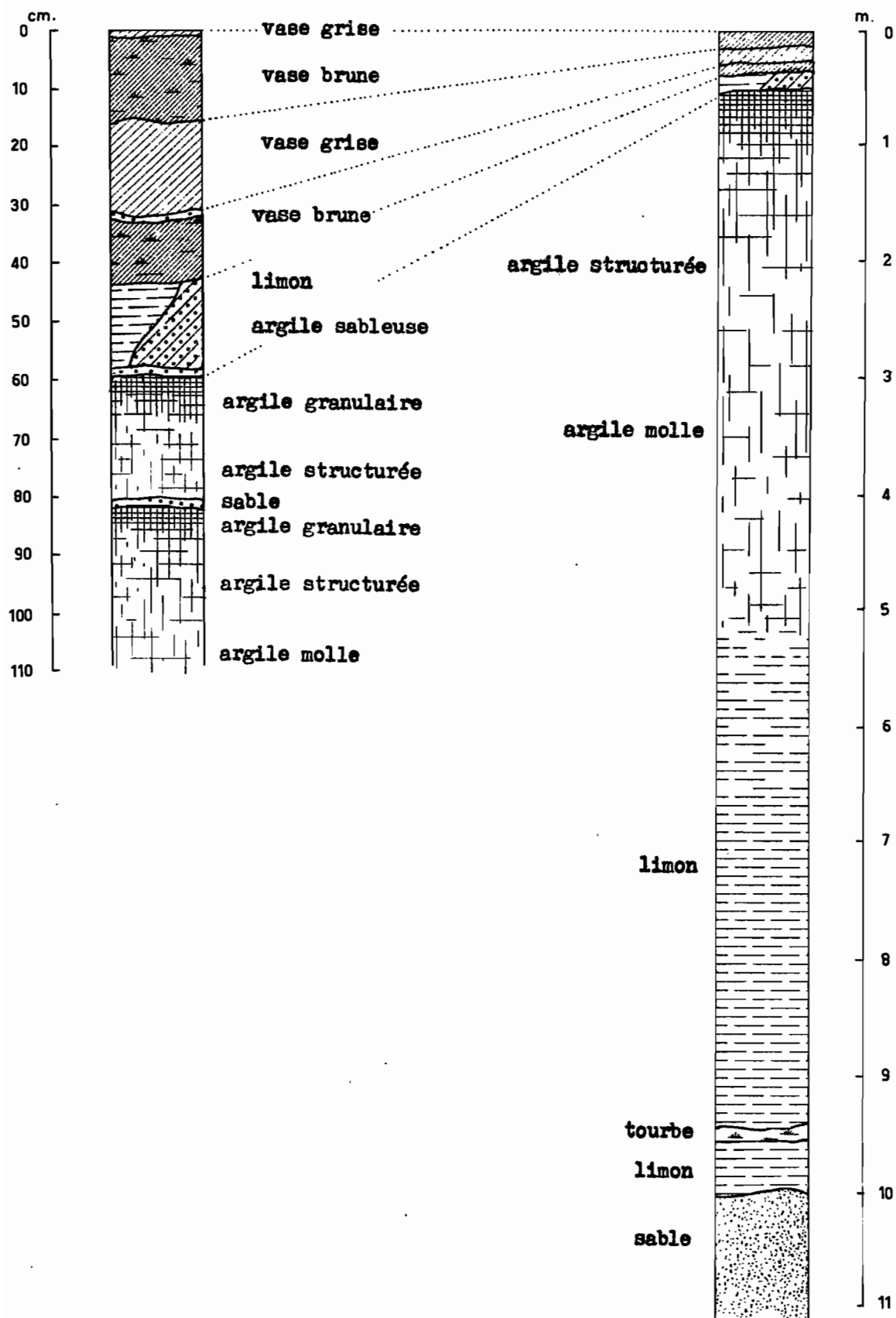


Figure 1 : COUPE THEORIQUE DE LA SERIE LACUSTRE
DES BRAS DE YAKOUA-MANDI.

Pour faciliter l'utilisation des documents publiés par l'ORSTOM sur la région de Bol et les polders nous indiquons ci-dessous la corrélation des termes employés par C. Cheverry et nous-mêmes pour désigner les différents matériaux.

Tableau 1

Termes utilisés dans les polders par C. Cheverry.	Termes correspondants utilisés dans le lac par B. Dupont.
Matériau superficiel	Vase grise Vase brune Vase grise
Matériau intermédiaire	Vase brune Limon gris-verdâtre
Argile fissurée	Argile granulaire Argile à structure polyédrique Argile molle
Matériau limono-argileux	Limon
Sable éolien	Sable éolien

32 - Description des carottes.

Par suite d'un important tassement dans le carottier les carottes recueillies n'ont qu'environ 50 % de leur longueur initiale. On a donc indiqué entre parenthèses les cotes mesurées sur la carotte en considérant faute de données suffisantes que le tassement est uniforme dans les vases, argiles et limons, qu'il est nul dans les sables. Les indications de profondeur ne sont donc données qu'à titre indicatif. L'importance du tassement malgré le diamètre intérieur des tubes utilisés (76 mm) est due à la grande plasticité des matériaux rencontrés. Seules les carottes de grande taille sont décrites.

- Carotte B.

Au sud-ouest de l'extrémité de Saoua, dans le prolongement de la passe entre Berim et Yakoua, à environ 400 m. de Saoua, sous 2,09 m. d'eau. Profondeur atteinte sous le fond du lac : 10,30 m., longueur de la carotte : 3,95 m., tassement : 62 %.

- 0 - 15 cm. - Vase brune, débris végétaux fins. (0 - 5 cm.)
Passage net à :
- 15 - 50 cm. - Argile granulaire, grise à noire. (5 - 20 cm.)
Passage graduel à :
- 50 - 265 cm. - Argile à structure polyédrique, gris-bleu. (20 - 100 cm.). Passage diffus à :
- 265 - 815 cm. - Argile molle, plastique, gris-bleu. (100 - 310 cm.)
Passage diffus à :
- 815 - 1025 cm. - Limon gris-vert, plastique, très collant. (310 - 385 cm.). Passage très net à :
- 1025 - - Sable argileux gris. Base non atteinte à 1030 cm. (395 cm.).

- Carotte C.

Entre Yakoua et Mandi, à environ 500 m. de Yakoua, sous 1,80 m. d'eau. Profondeur atteinte sous le fond du lac : 8,10 m., longueur de la carotte : 3,10 m., tassement : 62 %.

- 0 - 115 cm. - Vase grise. (0 - 45 cm.). Passage distinct à :
- 115 - 145 cm. - Vase brune sombre, débris végétaux abondants. (45 - 55 cm.). Passage net à :
- 145 - 185 cm. - Vase grise. (55 - 71 cm.). Passage progressif à :
- 185 - 220 cm. - Argile granulaire grise à noire. (71 - 84 cm.).
Passage distinct à :
- 220 - 365 cm. - Argile à structure polyédrique, très fine sur 1 m. puis moyenne à grossière, gris-bleu. (84 - 110 cm.). Passage diffus à :
- 365 - 625 cm. - Argile molle, plastique, gris-bleu. (140 - 240 cm.).
Passage graduel à :
- 625 - - Limon gris-vert, plastique, très collant.
Base non atteinte à 8,10 m. (310 cm.).

- Carotte D.

Entre Mandi et Yakoua, au milieu de l'anse de Mandi, à environ 600 m. du bord, sous 1,72 m. d'eau. Profondeur atteinte sous le fond du lac : 8,10 m., longueur de la carotte : 408 cm., tassement : 50 %.

- 0 - 60 cm. - Vase grise. (0 - 30 cm.). Passage distinct à :
- 60 - 100 cm. - Vase brune, débris végétaux abondants. (30 - 50 cm.).
Passage net à :
- 100 - 155 cm. - Argile granulaire, grise à noire. (50 - 78 cm.).
Passage net à :

- 155 - 220 cm. - Argile à structure polyédrique, gris-bleu.
(78 - 110 cm.). Passage diffus à :
- 220 - 570 cm. - Argile molle, gris-bleu. (110 - 285 cm.).
Passage diffus à :
- 570 - - Limon gris-vert, plastique, très collant.
Base non atteinte à 8,10 m. (408 cm.).

- Carotte E.

Entre Yakoua et Mafou, au milieu de la passe entre les deux îles, sous 2,40 m. d'eau. Profondeur atteinte sous le fond du lac : 8,50 m., longueur de la carotte : 4,92 m., tassement : 42 %.

- 0 - 135 cm. - Argile à structure polyédrique, gris-bleu.
(0 - 80 cm.). Passage diffus à :
- 135 - 500 cm. - Argile molle, gris-bleu, plastique. (80 - 290 cm.).
Passage diffus à :
- 500 - - Limon gris-vert, plastique, très collant.
Base non atteinte à 8,50 m. (492 cm.).

- Carotte F.

Entre Mafou et Yakoua, au sud-est de l'îlot et au nord de l'extrémité de Dessoulom. Sous 2,60 m. d'eau. Profondeur atteinte sous le fond du lac : 5,40 cm., longueur de la carotte : 3,20 m., tassement : 40 %.

- 0 - 30 cm. - Vase grise, débris végétaux abondants. (0 - 18 cm.).
Passage net à :
- 30 - 45 cm. - Argile granulaire, fine à moyenne, grise à noire. (18 - 27 cm.). Passage distinct à :
- 45 - 170 cm. - Argile à structure polyédrique, fine à moyenne sur 40 cm.
puis grossière, gris-bleu. (27 - 100 cm.). Passage diffus à :
- 170 - - Argile molle, plastique, gris-bleu. Base non atteinte à 5,40 m. (320 cm.).

- Carotte G.

Entre Berim, Moun et Saoua, à environ 500 m. au nord-est de Berim, sous 1,70 m. d'eau. Profondeur atteinte sous le fond du lac : 6,00 m., longueur de la carotte : 3,12 m., tassement : 59 %.

- 0 - 60 cm. - Vase grise. (0 - 25 cm.). Passage net à :
- 60 - 90 cm. - Argile granulaire, grise à noire. (25 - 38 cm.).
Passage net à :
- 90 - 180 cm. - Argile à structure polyédrique, gris-bleu. (38 - 75 cm.).
Passage diffus à :
- 180 - 255 cm. - Argile molle, plastique, gris-bleu. (75 - 106 cm.).
Passage diffus à :
- 255 - 485 cm. - Limon, gris-vert, plastique, collant. (106 - 203 cm.).
Passage distinct à :
- 485 - - Sable gris clair. Base non atteinte à 6,00 m.
(312 cm.).

- Carotte H.

Entre Saoua et Moun, à 500 m. environ de Saoua, sous 1,85 m. d'eau.
Profondeur atteinte sous le fond du lac : 10,63 m., longueur de la carotte :
5,06 m., tassement : 52 %.

- 0 - 100 cm. - Vase grise. (0 - 50 cm.). Passage net à :
- 100 - 130 cm. - Argile granulaire, grise à noire. (50 - 63 cm.).
Passage diffus à :
- 130 - 275 cm. - Argile à structure polyédrique, gris-bleu.
(63 - 130 cm.). Passage diffus à :
- 275 - 565 cm. - Argile molle, plastique, gris-bleu. Vers 4,50 m.
intercalation d'un petit lit blanc très riche en diatomées.
(130 - 270 cm.). Passage diffus à :
- 565 - 910 cm. - Limon gris-vert, plastique, collant.
(270 - 433 cm.). Passage très net à :
- 910 - 935 cm. - Tourbe à débris végétaux facilement identifiables.
(433 - 446 cm.). Passage très net à :
- 935 - 970 cm. - Limon gris-vert, plastique, collant. (446 - 462 cm.).
Passage très net à :
- 970 - - Sable argileux gris. Base non atteinte à 10,65 m. (506 cm.).

- Carotte I.

Entre Moun et Saoua, à égale distance des deux îles, sous 2,00 m. d'eau.
Profondeur atteinte sous le fond du lac : 9,20 m., longueur de la carotte :
4,50 m., tassement : 51 %.

- 0 - 30 cm. - Vase grise avec lit de sable. (0 - 15 cm.).
Passage distinct à :
- 30 - 50 cm. - Vase brune, débris végétaux abondants. (15 - 25 cm.).
Passage net à :
- 50 - 100 cm. - Argile granulaire, grise à noire. (25 - 51 cm.).
Passage distinct à :
- 100 - 220 cm. - Argile à structure polyédrique, gris-bleu.
(51 - 110 cm.). Passage diffus à :
- 220 - 500 cm. - Argile molle, plastique, gris-bleu.
(110 - 250 cm.). Passage diffus à :
- 500 - - Limon gris-vert, plastique, collant. Lit de sable
à 8,10 m. Base non atteinte à 9,20 m. (450 cm.).

- Carotte J.

Entre Moun, Moun-Dagami et Saoua, à l'extrémité nord du bras, sous
2,35 m. d'eau. Profondeur atteinte sous le fond du lac : 10,15 cm., longueur
de la carotte : 5,27 cm., tassement : 48 %.

- 0 - 70 cm. - Vase grise. (0 - 37 cm.). Passage distinct à :
- 70 - 445 cm. - Limon gris-vert, plastique, collant. (37 - 230 cm.).
Passage diffus à :

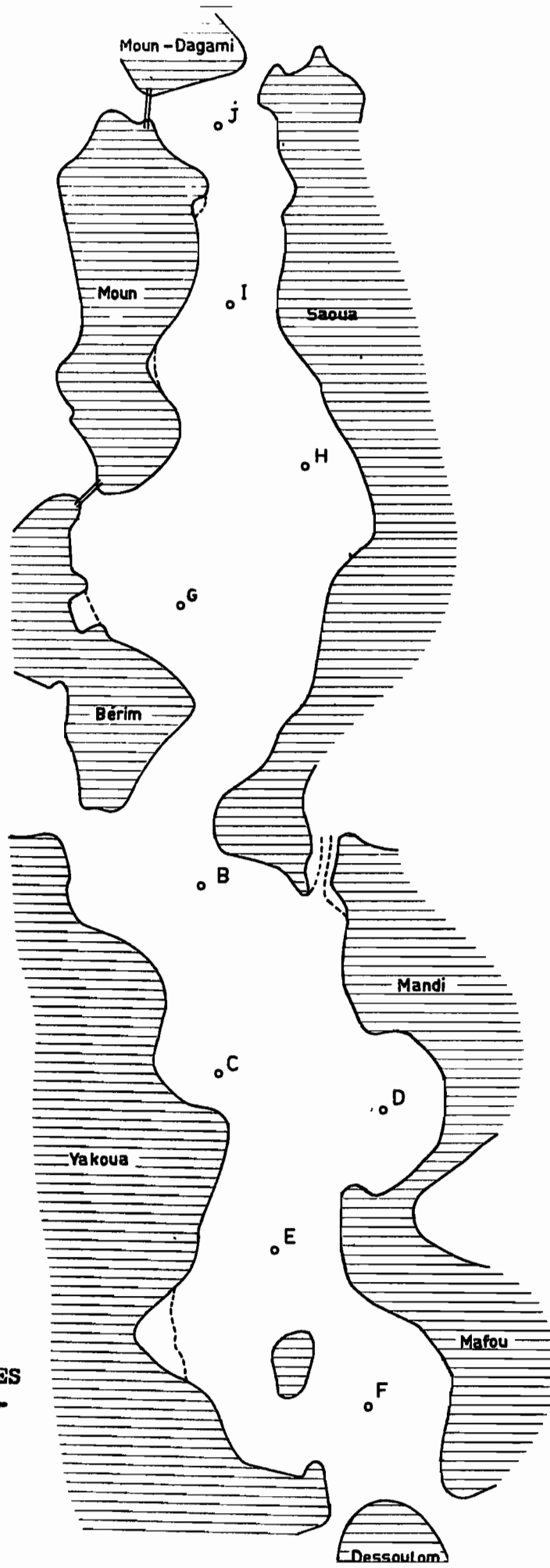
- 445 - 955 cm. - Argile, vert à brun clair, plastique. (230 - 496 cm.).
Passage très net à :
- Lit de sable, brun clair.
955 - - Argile sableuse. Base non atteinte à 10,15 m.
(527 cm.).

- Carotte A.

Prélevée en face du port de Bol, entre le port et l'île de Tandal, donc hors de la zone du futur polder, cette carotte est intéressante car elle traverse tous les niveaux rencontrés par ailleurs, à l'exception du limon verdâtre, et atteint, à la base de la série lacustre, le sable de l'ancien modelé dunaire.

- 0 - 10 cm. - Vase brune, débris végétaux de quelques mm. à 1 cm. abondants. (0 - 5 cm.). Passage net à :
10 - 40 cm. - Vase grise, débris végétaux de quelques mm. (5 - 20 cm.). Passage très net à :
40 - 130 cm. - Argile granulaire, grise à noire. A la base débris végétaux. (20 - 65 cm.). Passage net à :
130 - 260 cm. - Argile à structure polyédrique, gris-bleu. Au sommet petites fentes de dessiccation remplies de sable. (65 - 130 cm.). Passage progressif à :
260 - 555 cm. - Argile molle, gris-bleu, plastique. Lits de sable à 3,30, 5,10 et 5,40 m. Entre 2,88 et 2,90 m. nombreux débris de coquilles et quelques coquilles entières. (130 - 277 cm.). Passage très net à :
555 - - Sable gris clair. Base non atteinte à 5,86 m. (293 cm.).

1000 m



**Figure 2 : LOCALISATION DES
CAROTTAGES PRO-
FONDS.
(de B à J)**

1000 m.

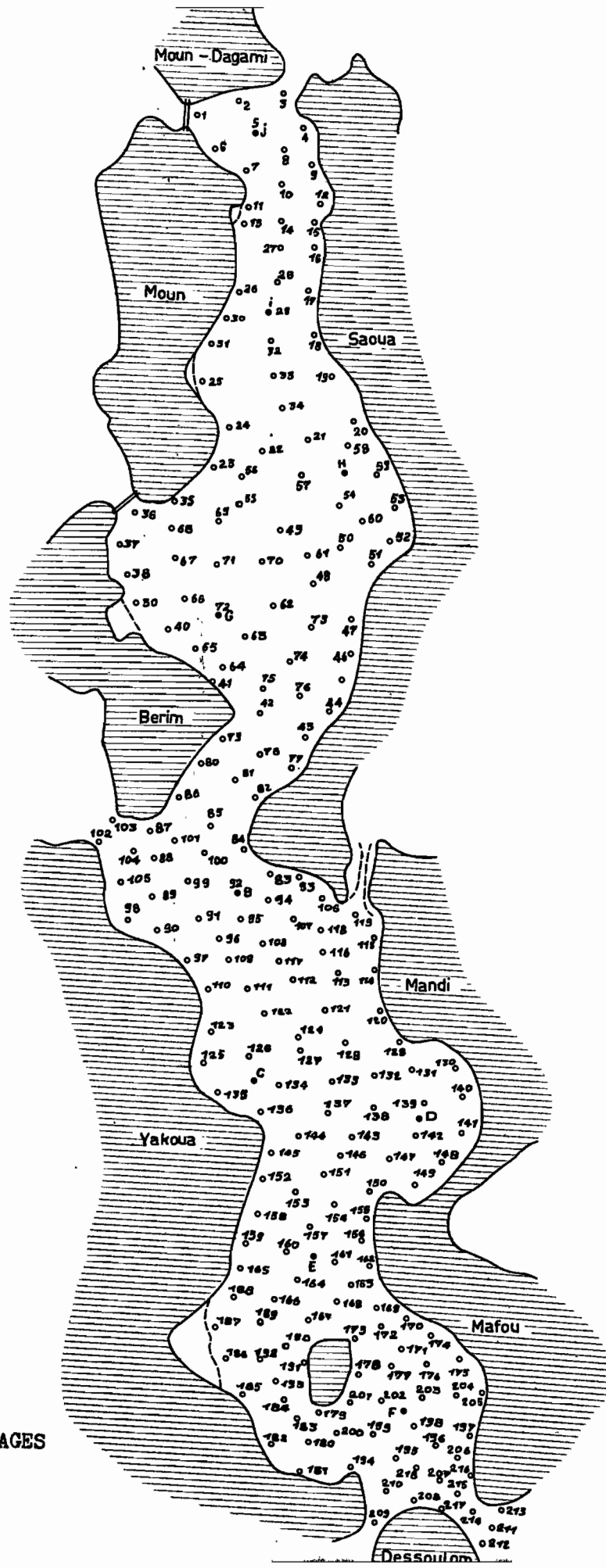
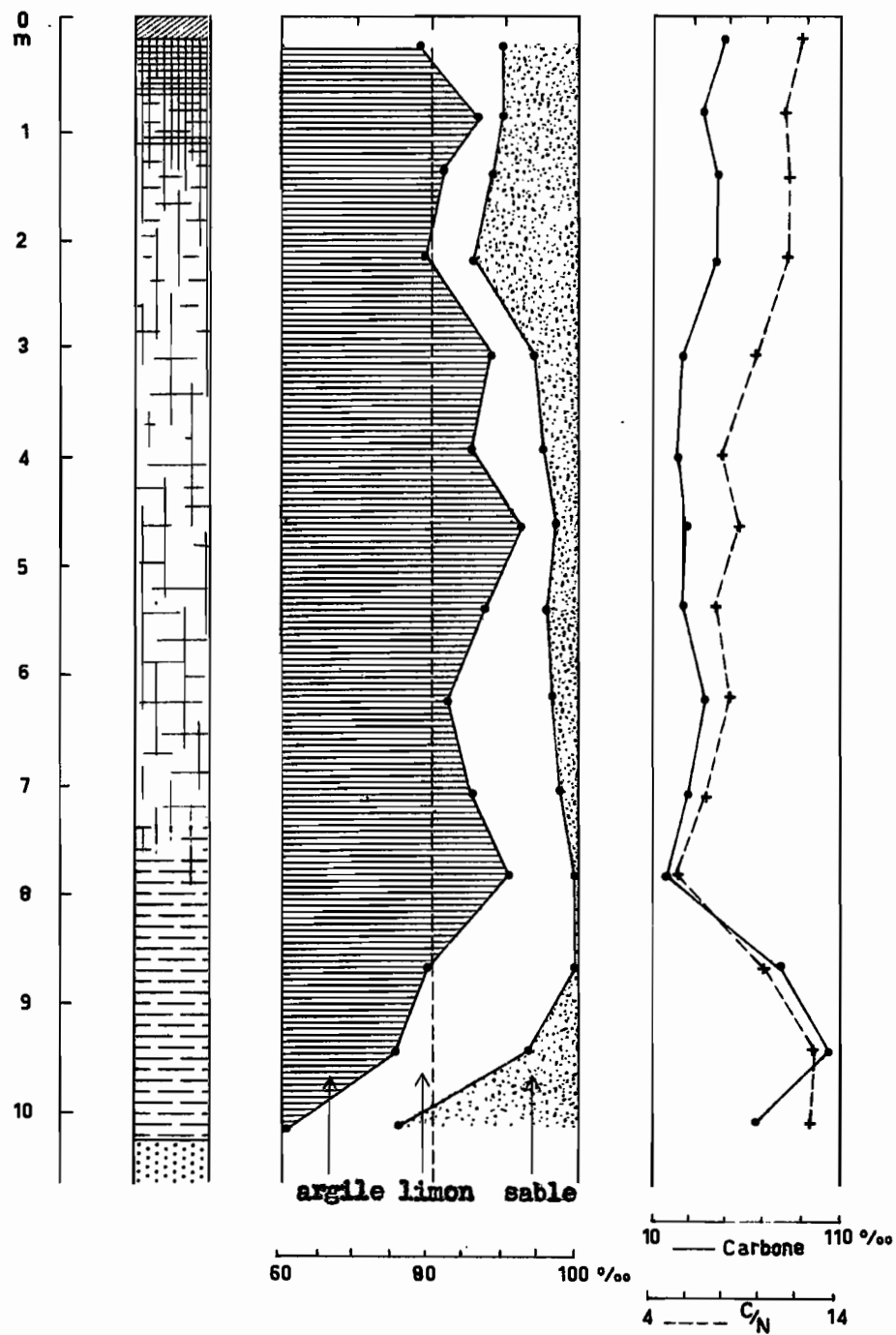
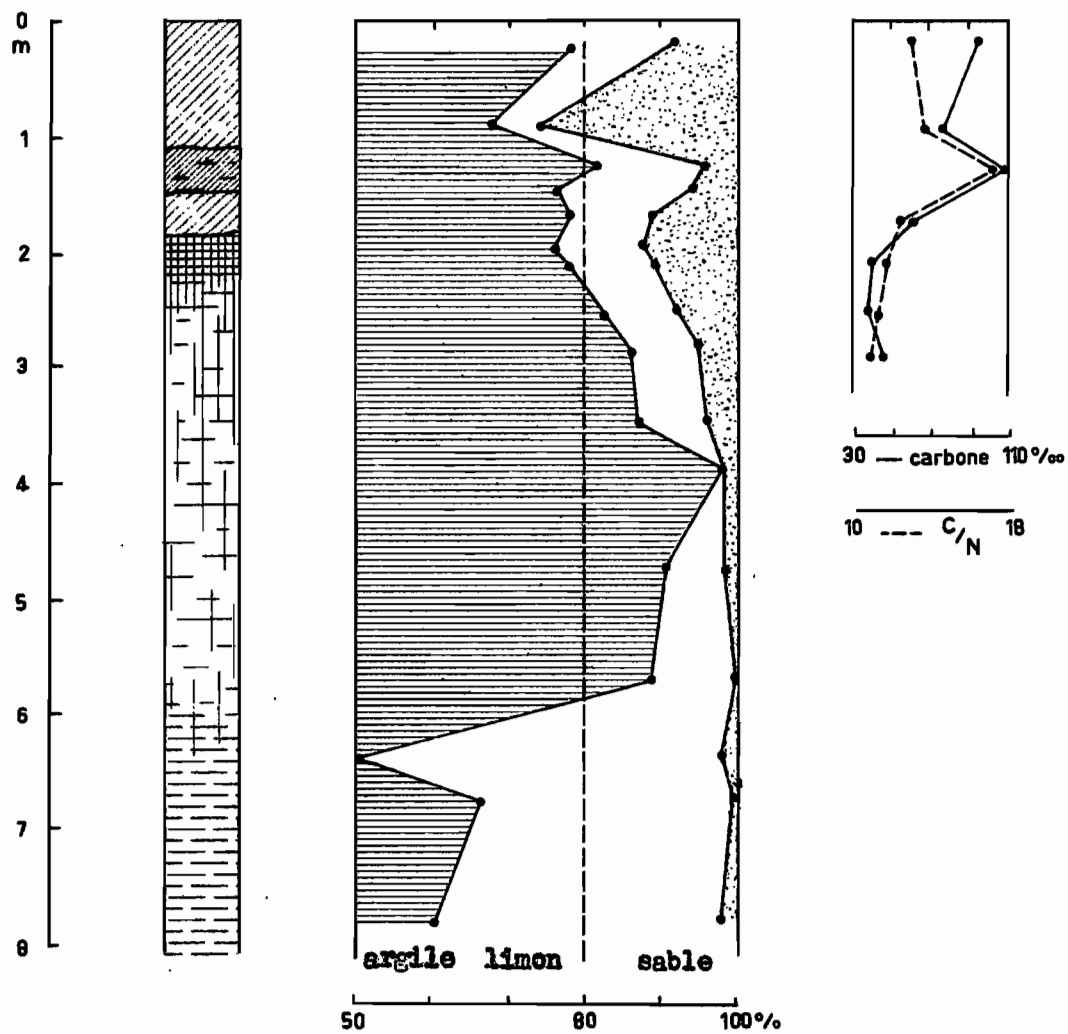


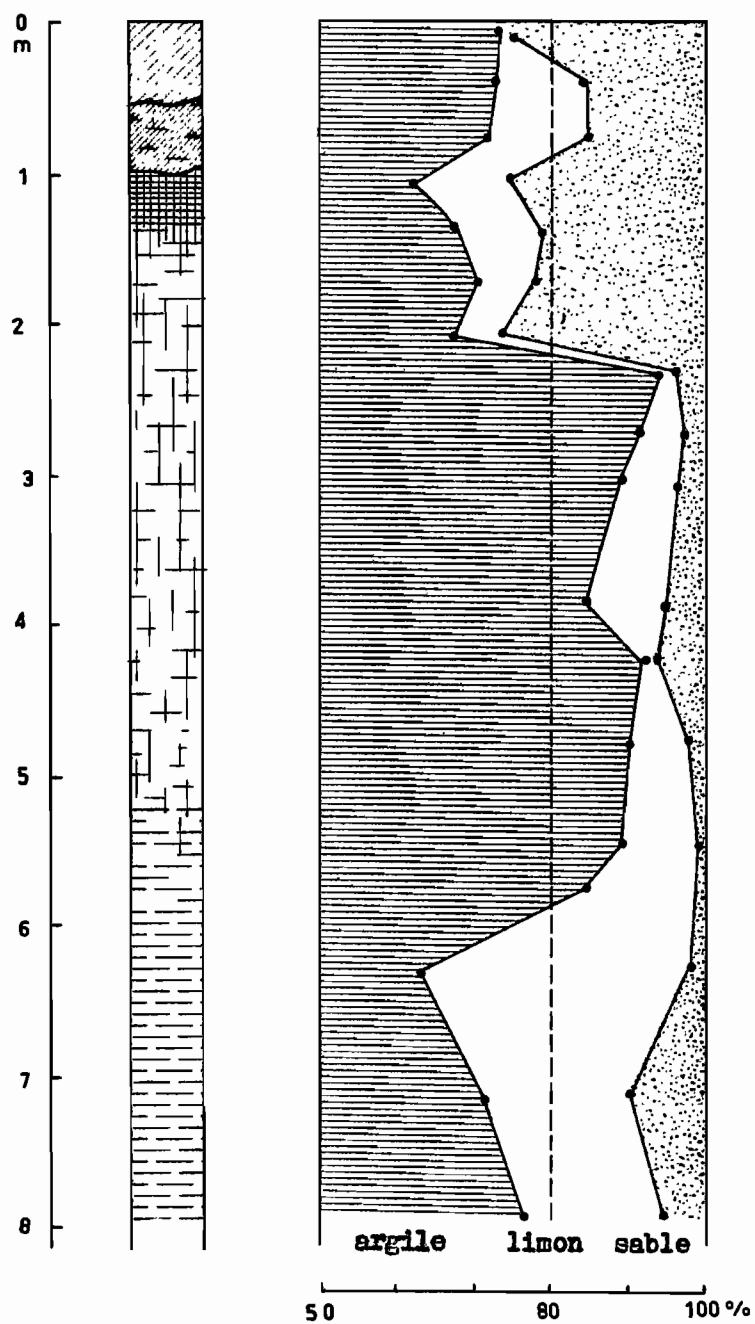
Figure 3: LOCALISATION DES CAROTTAGES ET PRELEVEMENTS.



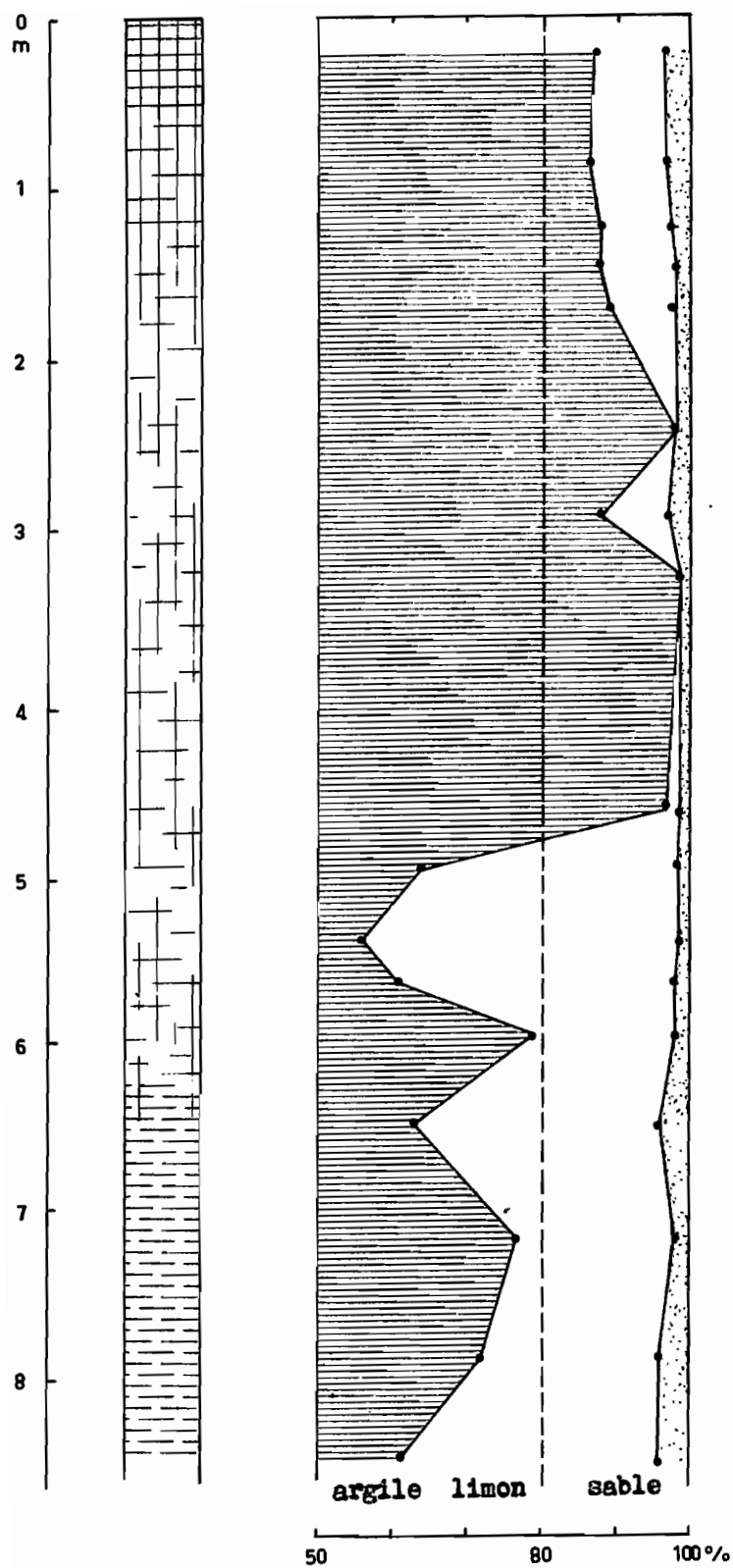
**Figure 4 : CAROTTE B. ARCHIPEL DU LAC TCHAD
BRAS DE MANDI.
(légende : cf. fig. 1).**



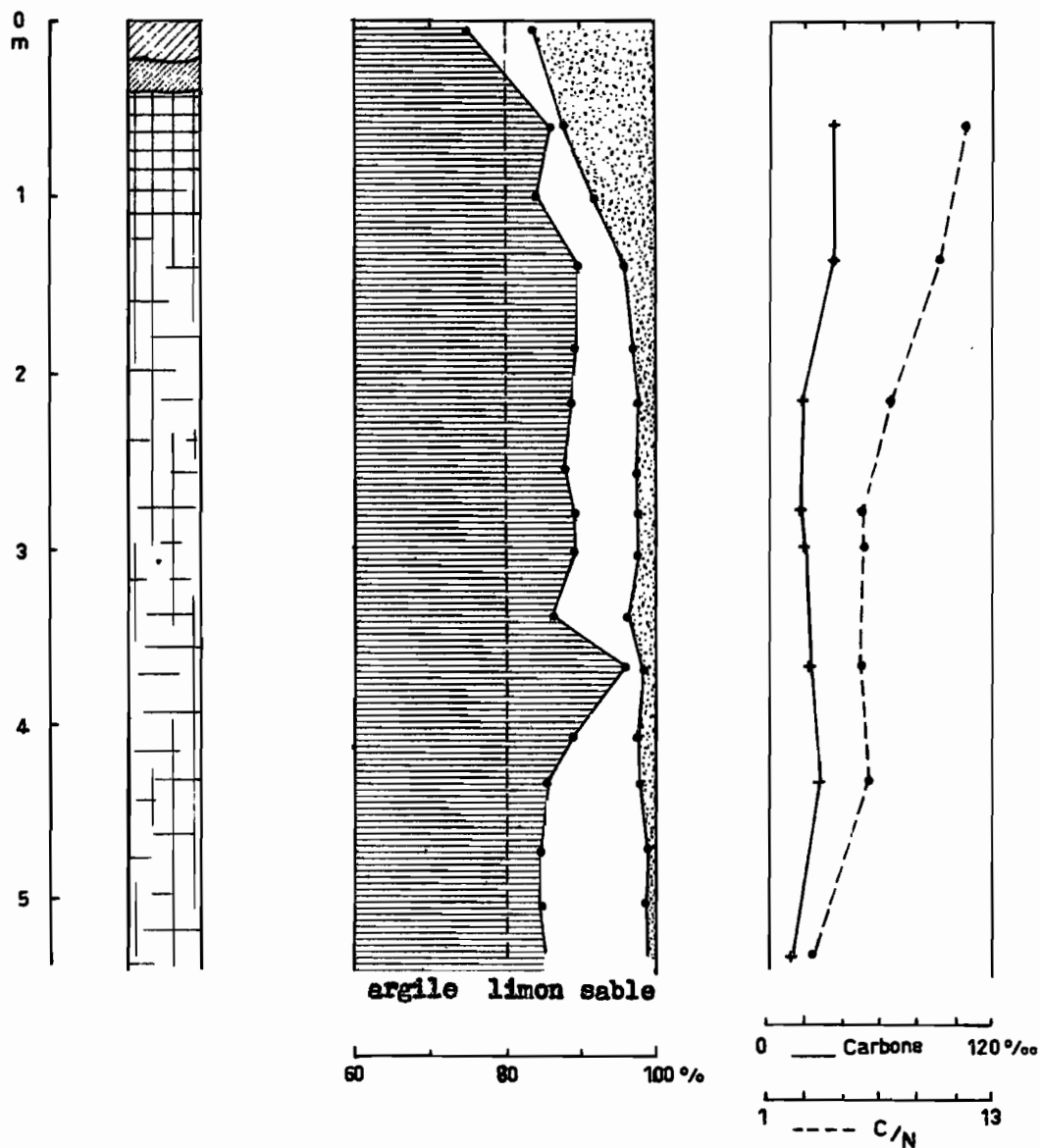
**Figure 4bis : CAROTTE C. ARCHIPEL DU LAC TCHAD
BRAS DE MANDI.
(légende : cf. fig. 1)**



**Figure 5 : CAROTTE D. ARCHIPEL DU LAC TCHAD
BRAS DE MANDI.
(légende : cf. fig. 1)**



**Figure 6 : CAROTTE E. ARCHIPEL DU LAC TCHAD
BRAS DE MANDI.
(légende : cf. fig. 1)**



**Figure 7 : CAROTTE F. ARCHIPEL DU LAC TCHAD
BRAS DE MANDI.
(légende : cf. fig. 1)**

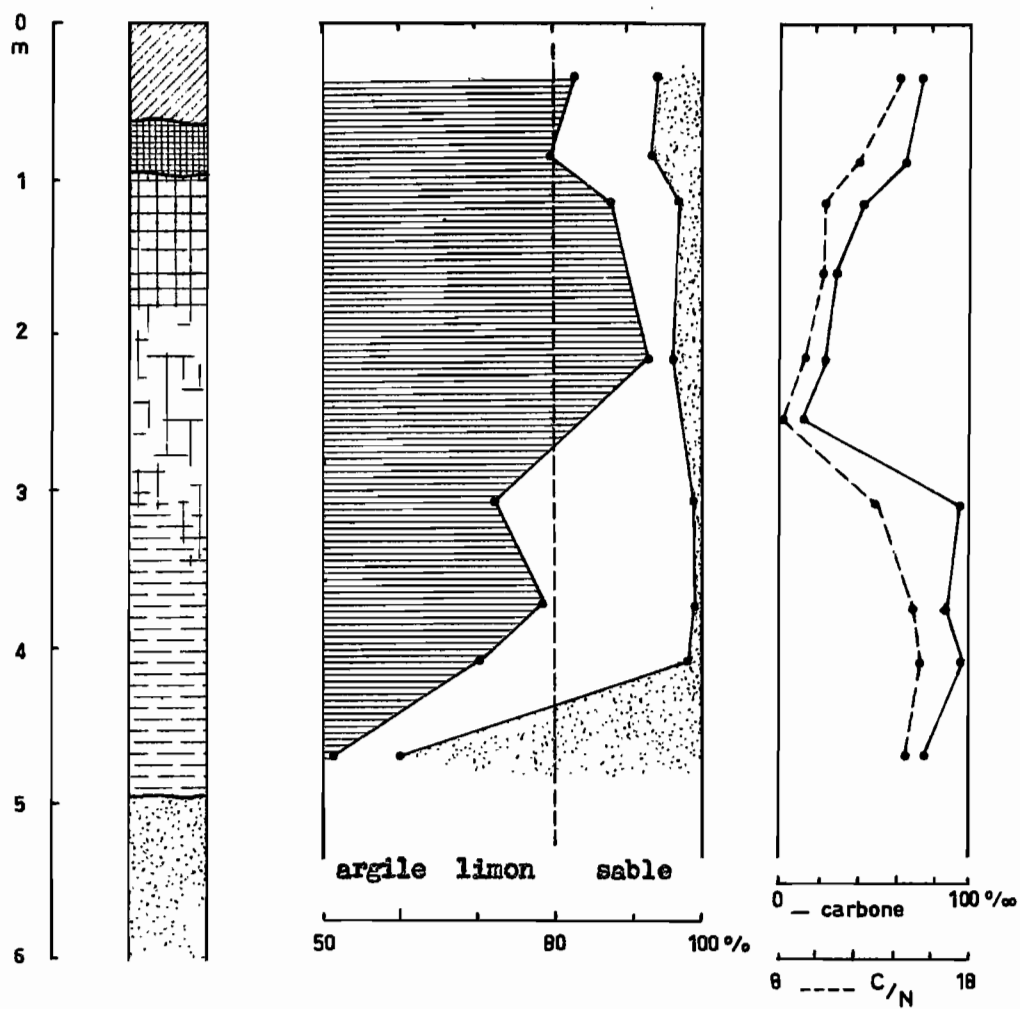
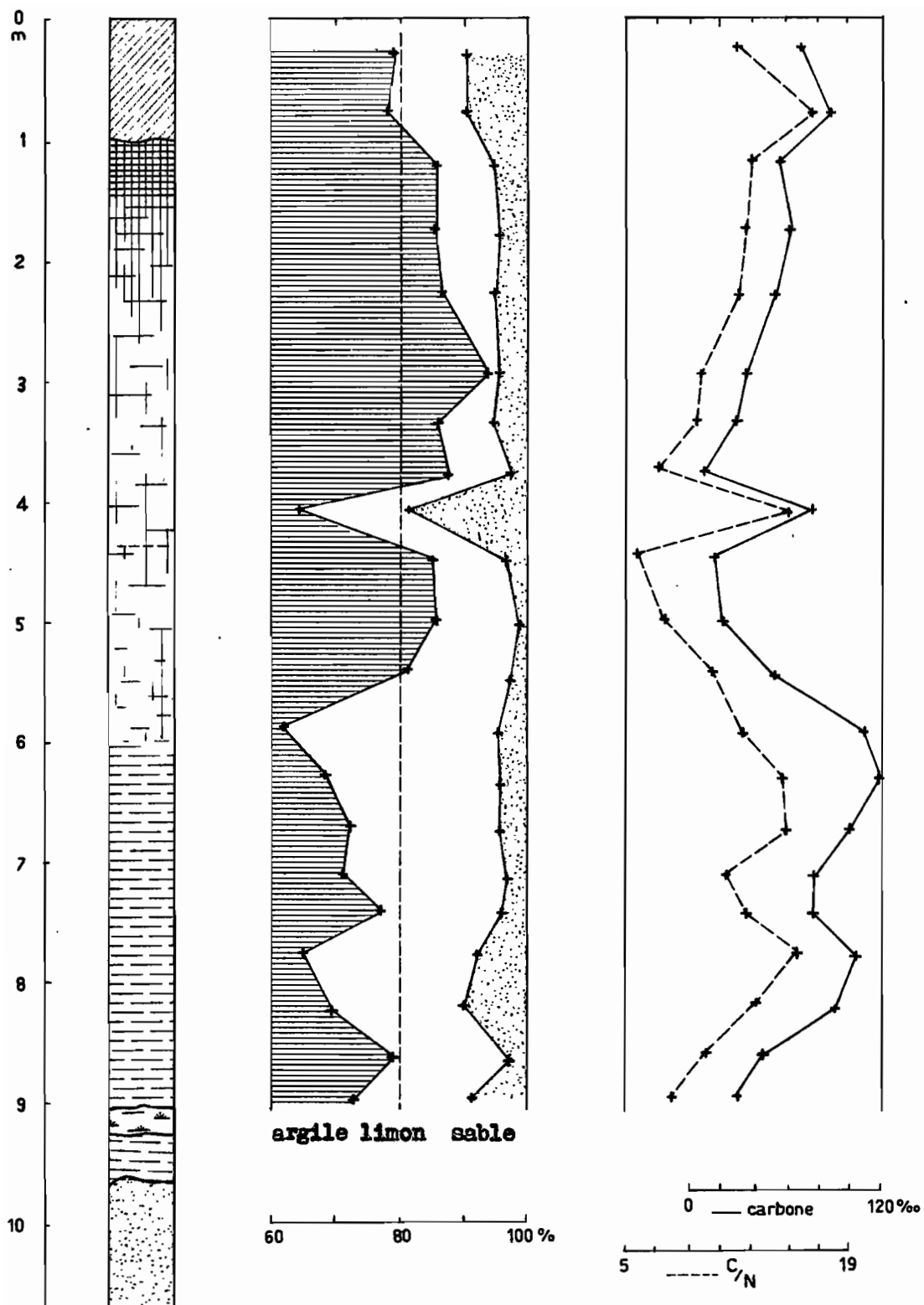


Figure 8 : CAROTTE G. ARCHIPEL DU LAC TCHAD
BRAS DE MANDI.
(légende : cf. fig. 1)



**Figure 9 : CAROTTE H. ARCHIPEL DU LAC TCHAD
BRAS DE MANDI.
(légende : cf. fig. 1)**

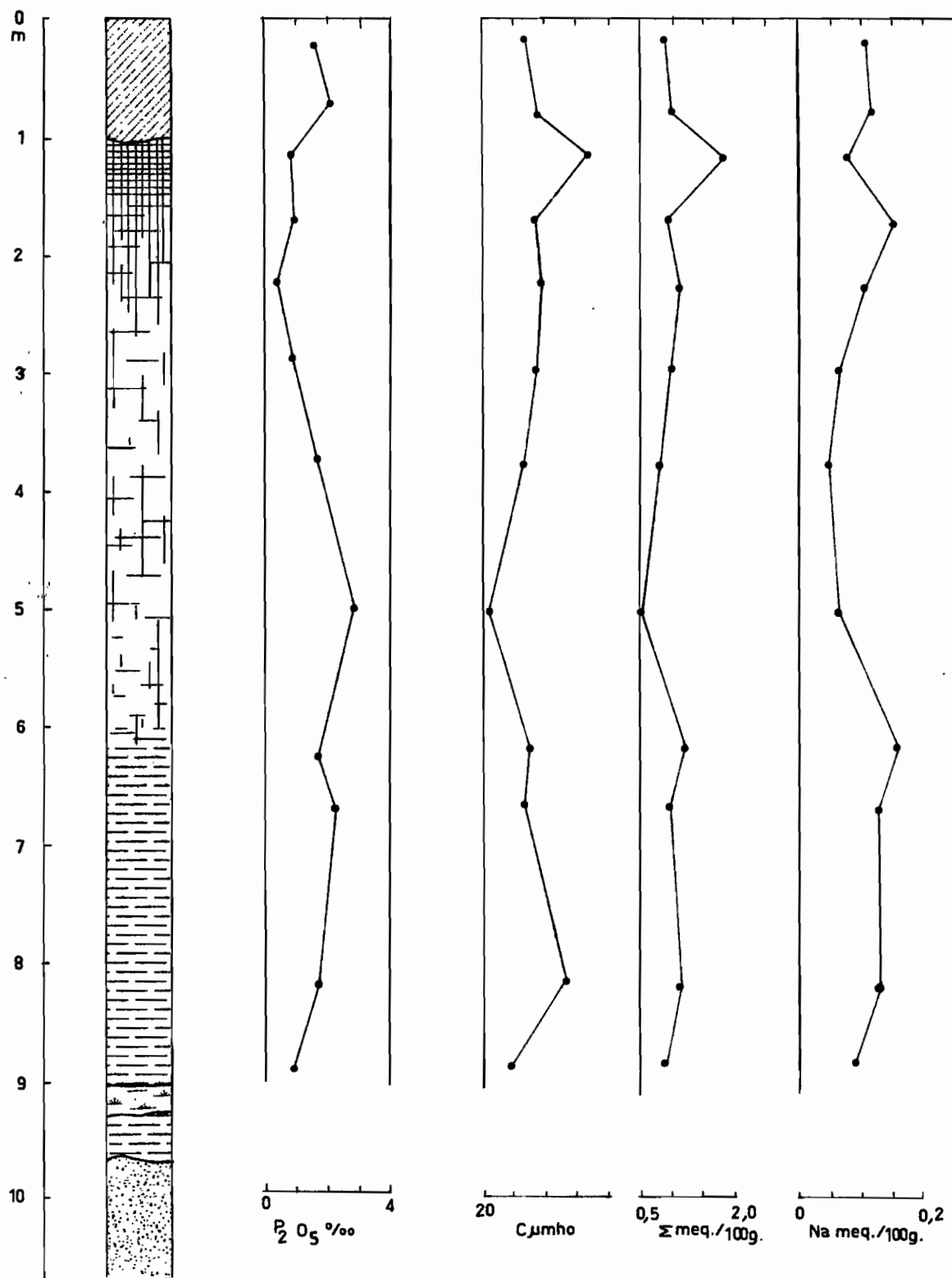


Figure 9 bis ; CAROTTE H. ARCHIPEL DU LAC TCHAD
BRAS DE MANDI.
(légende : cf. fig. 1).

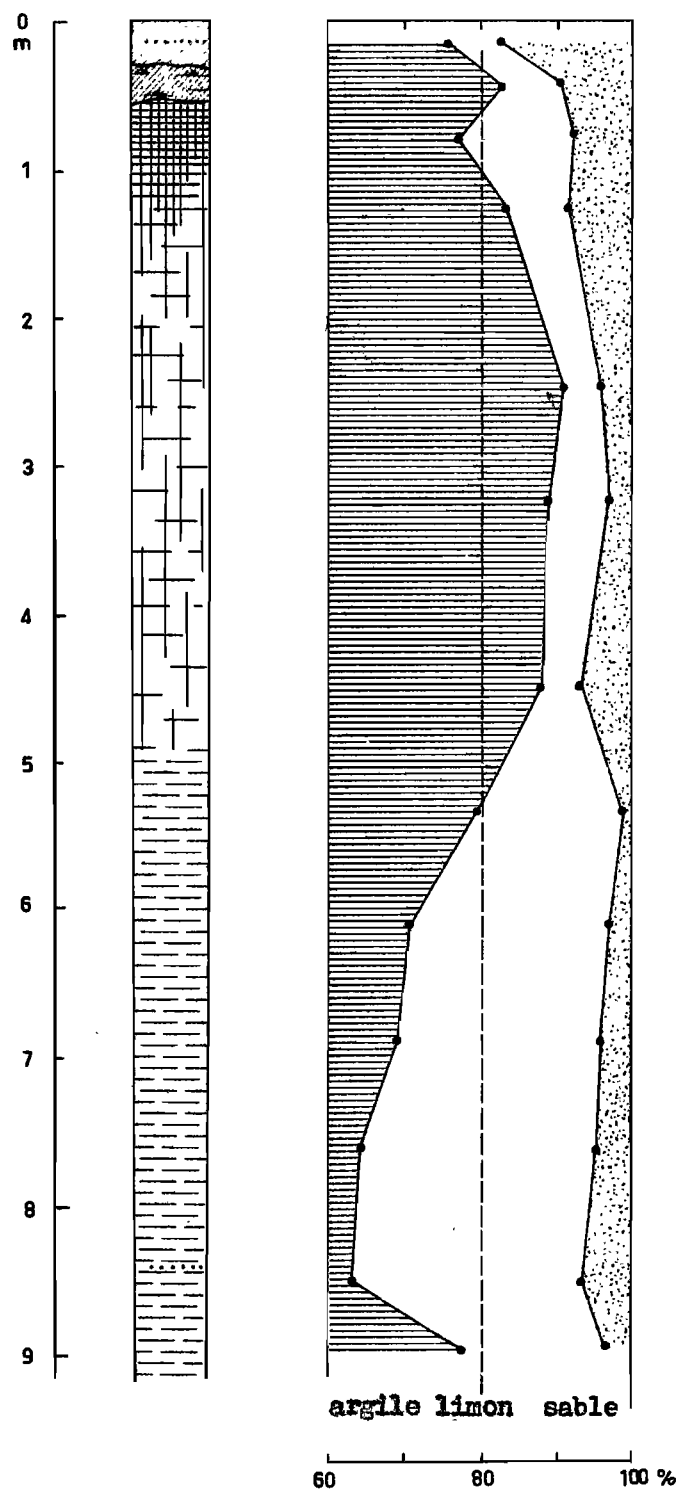


Figure 10 : CAROTTE I . ARCHIPEL DU LAC TCHAD
BRAS DE MANDI.

(légende : cf. fig. 1)

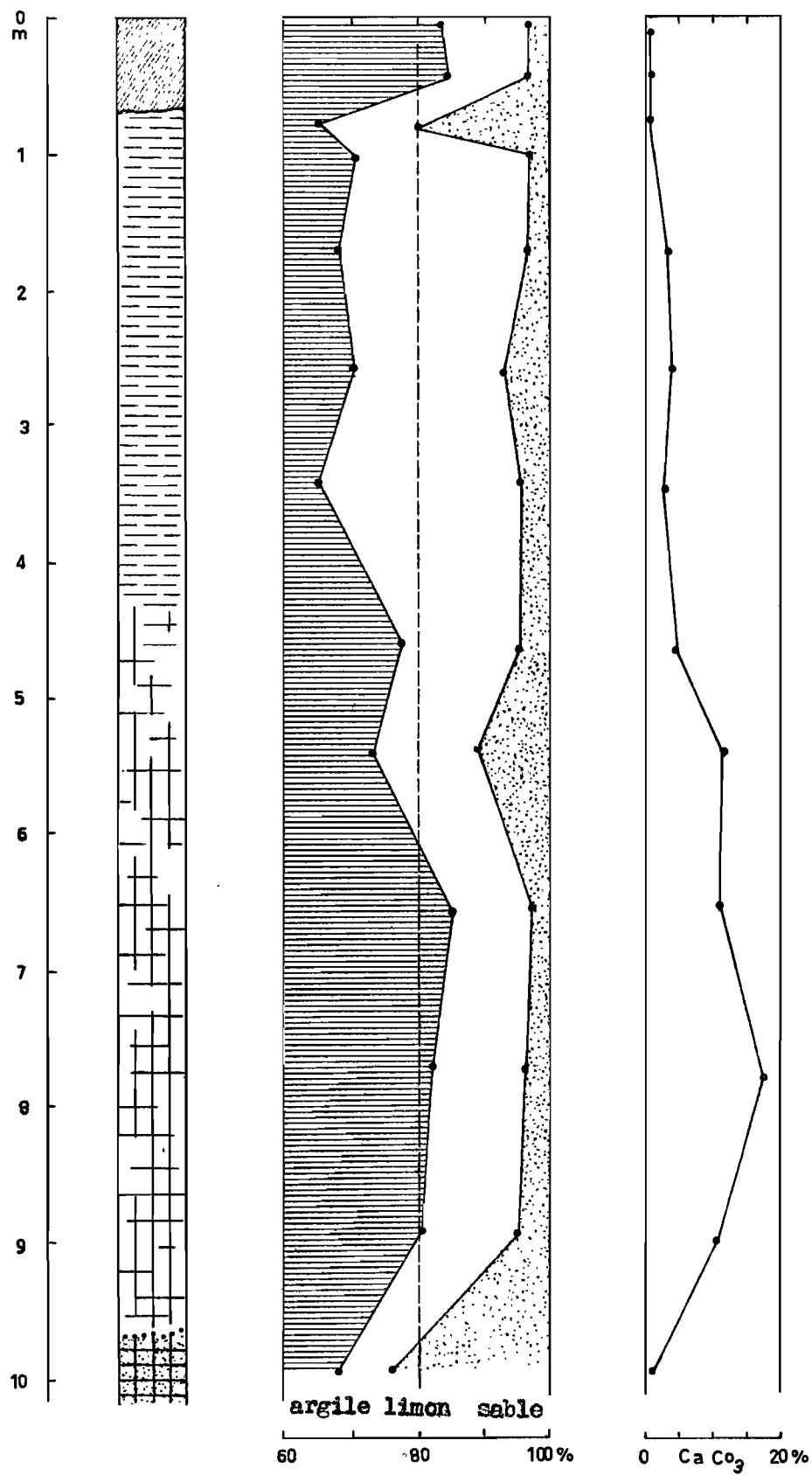


Figure 11 : CAROTTE J. ARCHIPEL DU LAC TCHAD
BRAS DE MANDI.
(légende : cf. fig. 1)

Emplacement:
Hauteur d'eau;

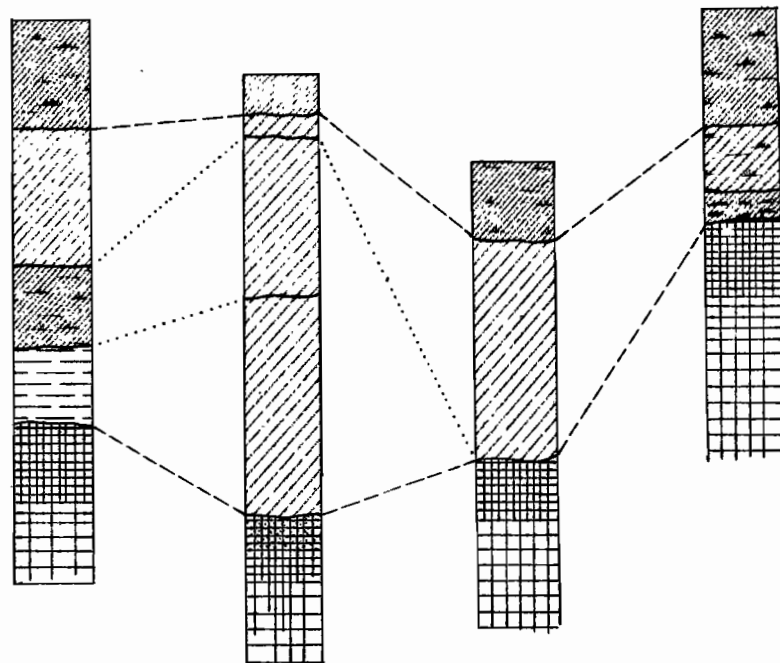
St. 6
138cm

St. 5
176cm

St. J
235cm

St.4
134cm

0
cm
10
20
30
40
50
60
70
80



vase brune

vase grise

argile sableuse

limon

argile granulaire

argile structurée

sable

(l'échelle correspond aux épaisseurs mesurées sur les carottes).

Figure 13 : COUPE SELON AA'.

Emplacement:	St.11	St.14	St.15	St.12
Hauteur d'eau:	-125cm	-184cm	-106cm	-105cm

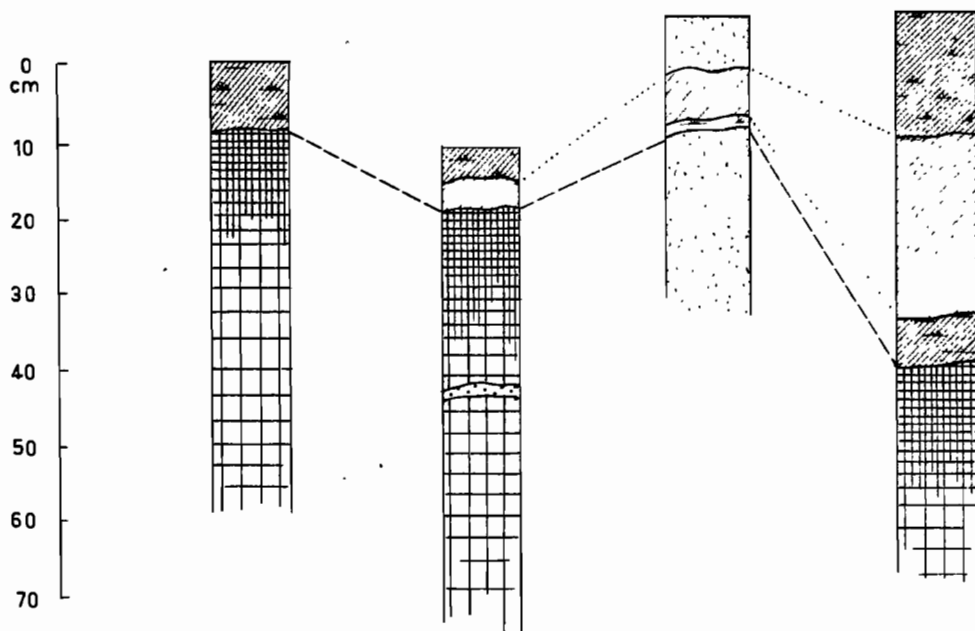


Figure 14 : COUPE SELON BB'.

(légende cf. fig. 13)

Emplacement:	St.26	St.28	St.17	St.31	St.32	St.i	St.18
Hauteur d'eau:	-200cm	-203cm	-160cm	-150cm	-200cm	-200cm	-173cm

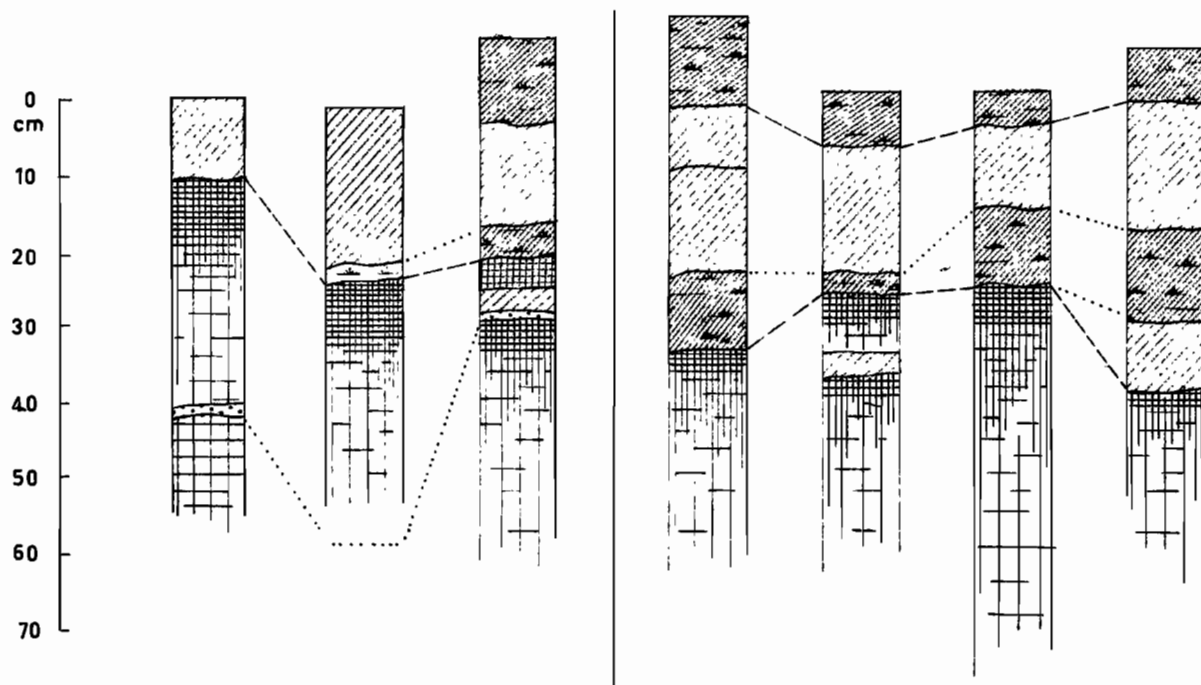


Figure 15 : COUPE SELON CC' - COUPE SELON DD'.
(légende : cf. fig. 13)

Emplacement:	St.25	St.33	St.19
Hauteur d'eau:	-120cm	-200cm	-133cm

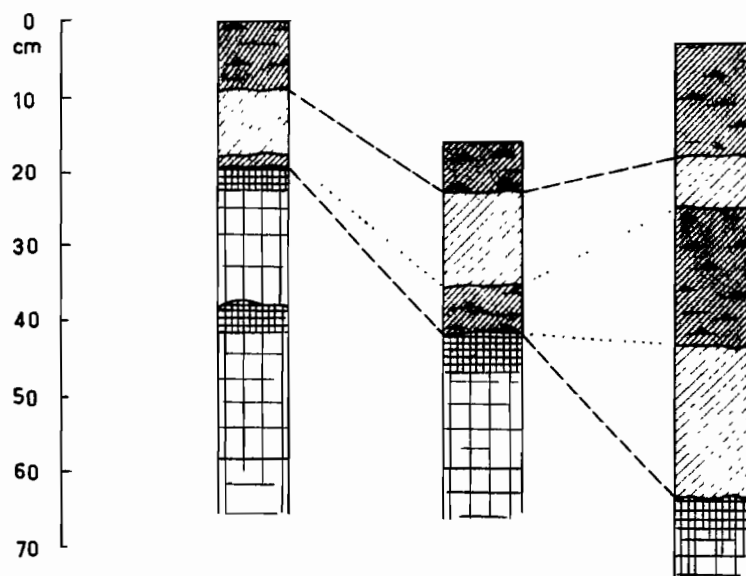


Figure 16 : COUPE SELON EE'.

(légende : cf. fig. 13).

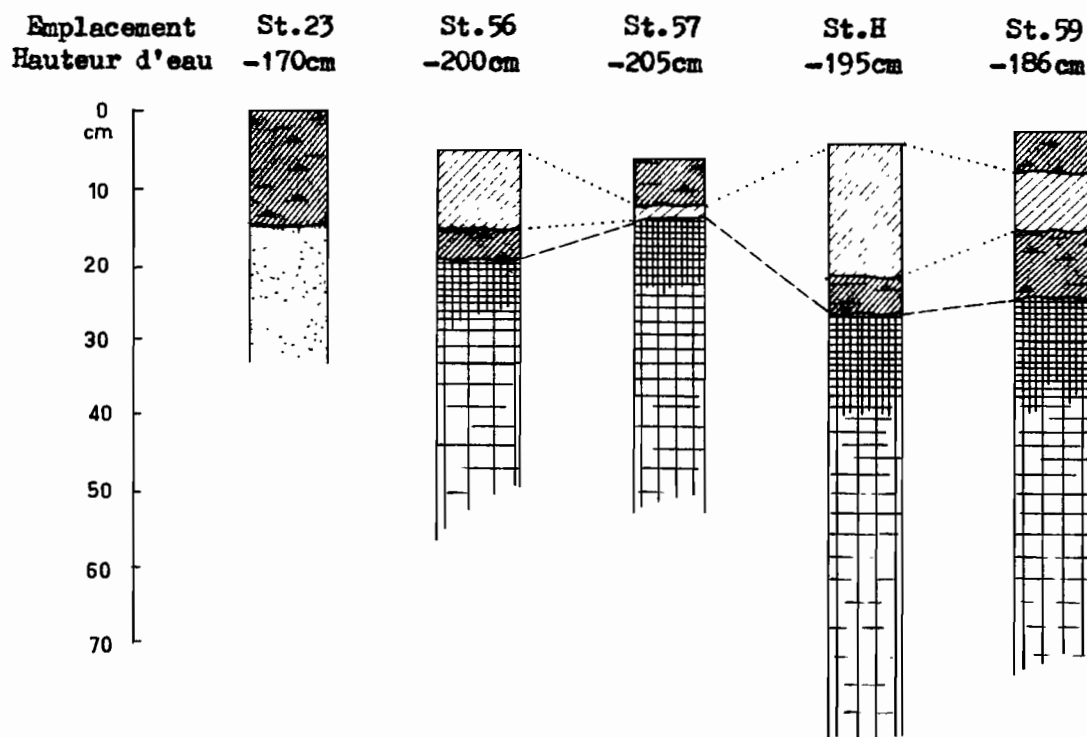


Figure 17 : COUPE SELON FF'.
(légende : cf. fig. 13)

Emplacement	St. 39	St. 66	St. 72	St. 62	St. 73	St. 47
Hauteur d'eau	-145 cm	-181 cm	-180 cm	-195 cm	-185 cm	-166 cm

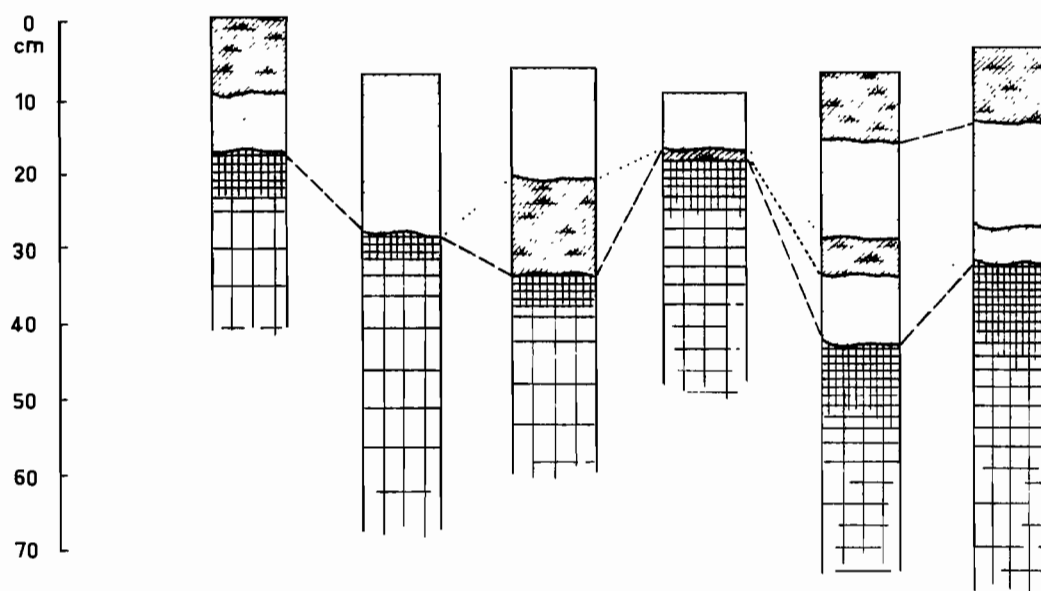


Figure 18 : COUPE SELON GG'.

(légende : cf. figure 13).

Emplacement	St. 65	St. 64	St. 75	St. 76	St. 44
Hauteur d'eau	-166 cm	-180 cm	-200 cm	-180 cm	-172 cm

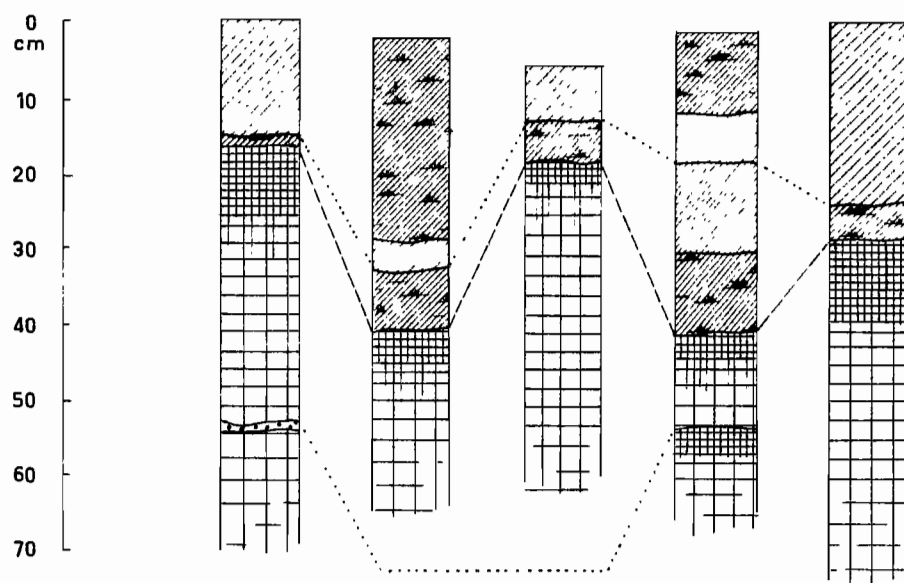


Figure 19 : COUPE SELON HH'.

(légende : cf. figure 13).

Emplacement	St. 80	St. 81	St. 82
Hauteur d'eau	-190 cm	-177 cm	-220 cm

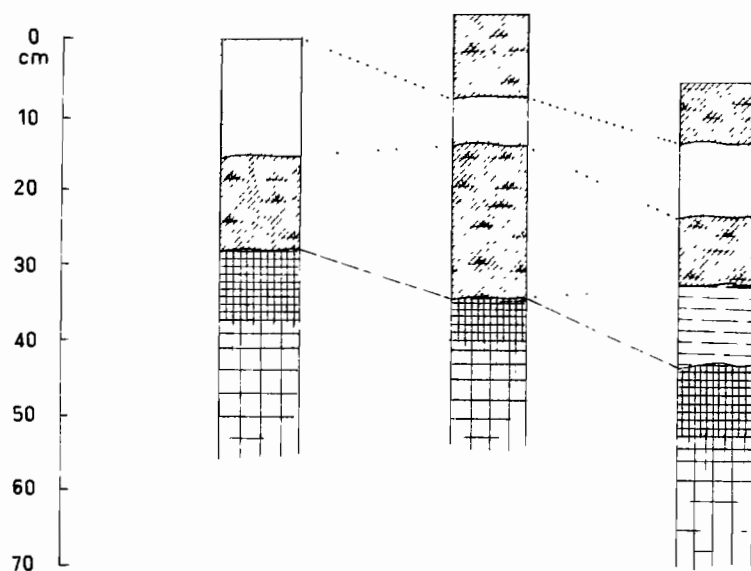


Figure 20 : COUPE SELON I1'.

(légende : cf. fig. 13).

Emplacement	St. 98	St. 91	St. 95	St.107	St.106
Hauteur d'eau	-205 cm	-265 cm	-241 cm	-238 cm	-200 cm

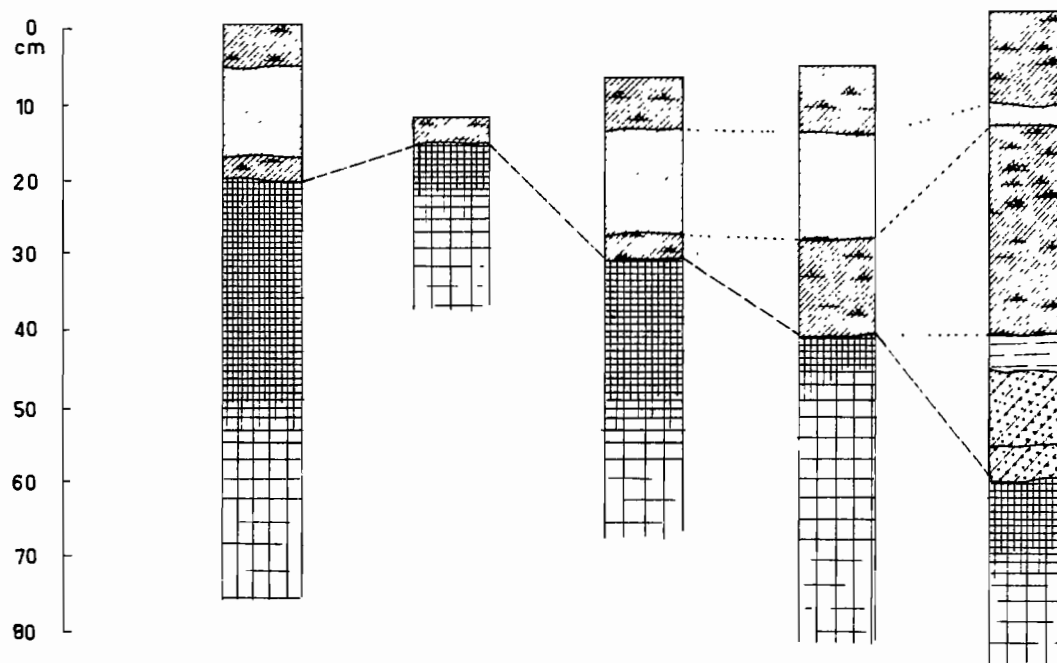


Figure 21 : COUPE SELON JJ'.
(légende : cf. fig. 13).

Emplacement	St.135	St. C	St.134	St.133	St.132	St.131	St.130
Hauteur d'eau	-130 cm	-180 cm	-232 cm	-225 cm	-200 cm	-200 cm	-124 cm

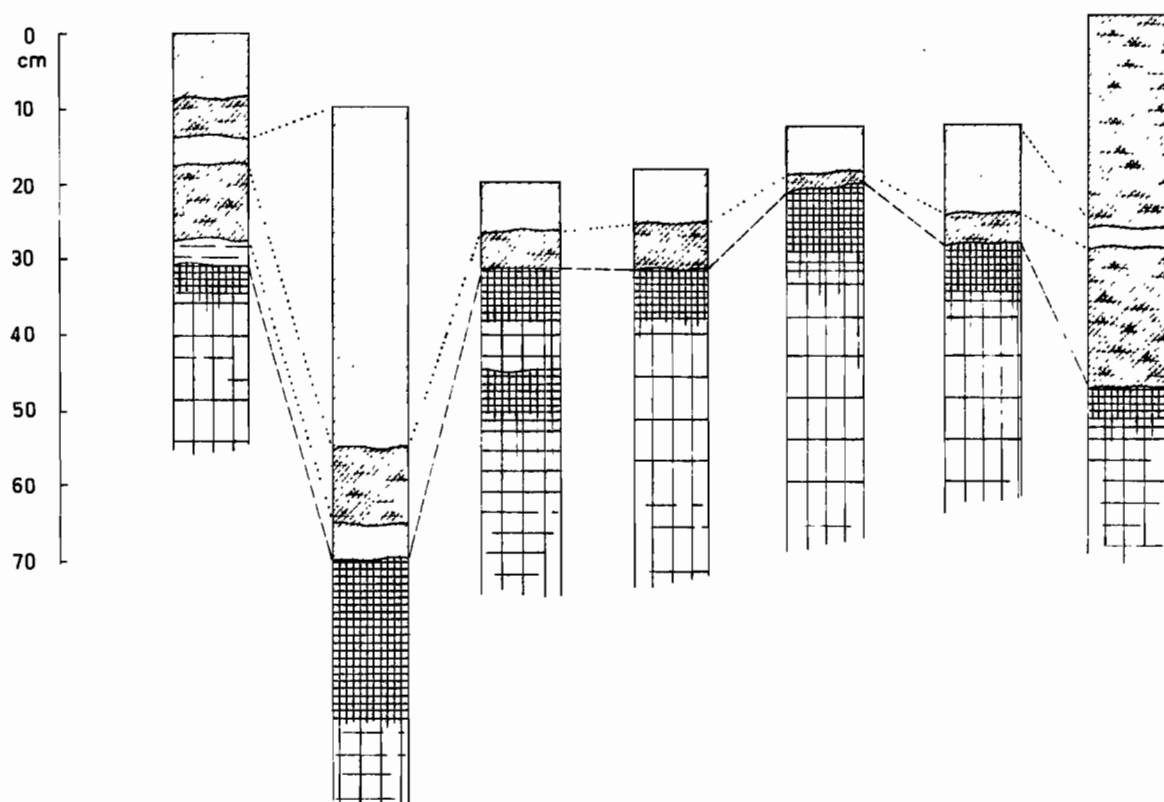


Figure 22 : COUPE SELON KK'.
(légende: cf. figure 13).

Emplacement	St.152	St.153	St.154	St.155	St-150
Hauteur d'eau	-248 cm	-270 cm	-290 cm	-155 cm	-320 cm

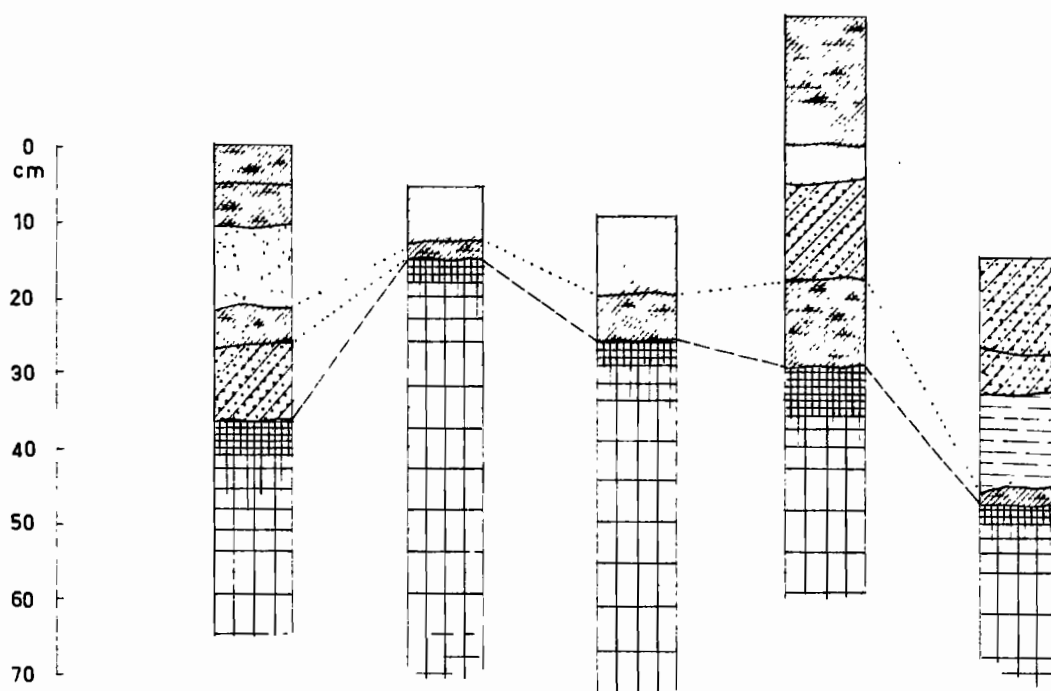


Figure 23 : COUPE SELON LL'.
(légende : cf. fig. 13).

Emplacement	St.188	St.166	St.167	St.173	St.171	St.175
Hauteur d'eau	-180 cm	-190 cm	-175 cm	-326 cm	-238 cm	-173 cm

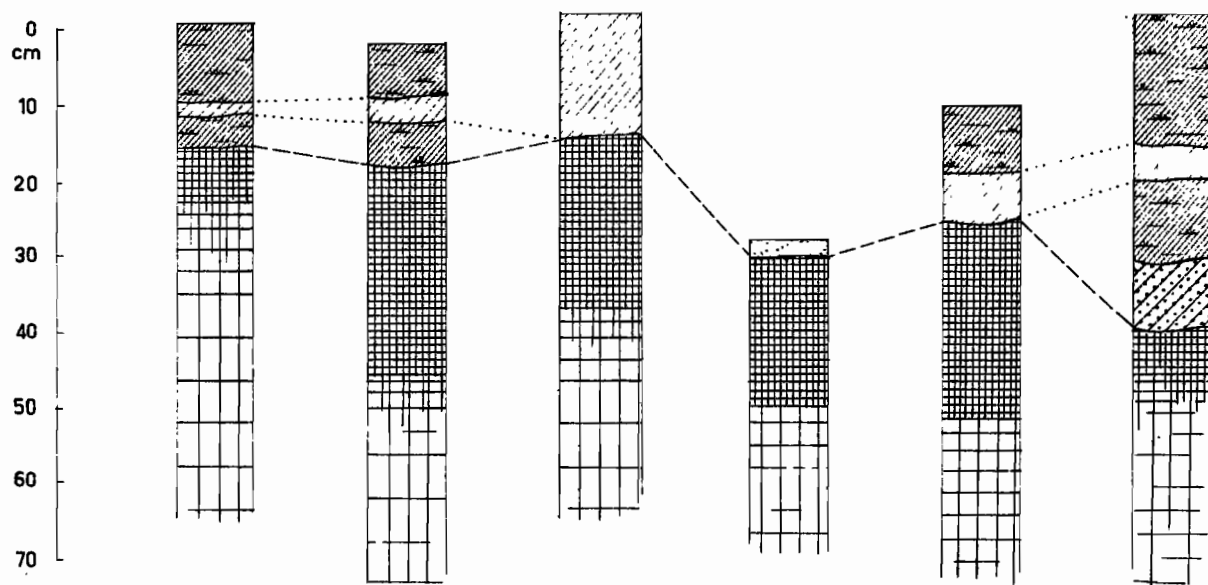


Figure 24 : COUPE SELON MM'.
(légende : cf. fig. 13).

Emplacement	St.187	St.186	St.192	St.191
Hauteur d'eau	-142 cm	-163 cm	-186 cm	-140 cm

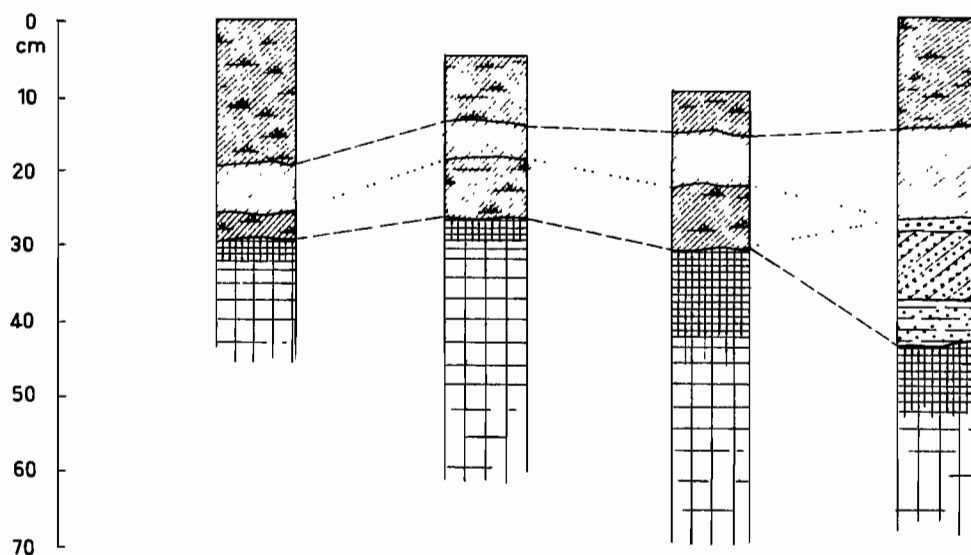


Figure 25 : COUPE SELON NN'.
(légende : cf. fig. 13).

Emplacement	St.181	St.180	St.183	St.F
Hauteur d'eau	-140 cm	-183 cm	-240 cm	-260 cm

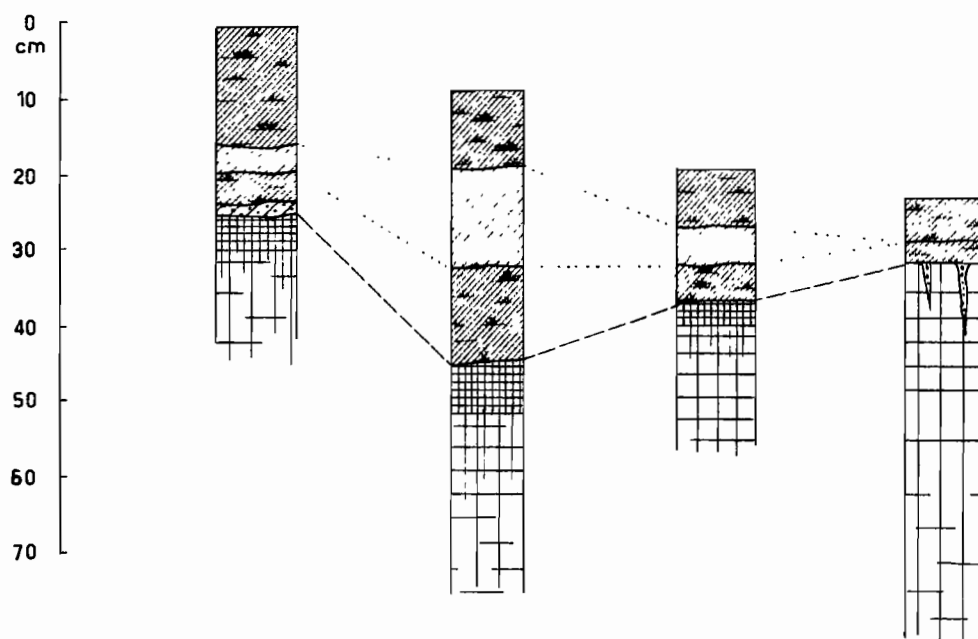


Figure 26 : COUPE SELON 00°.
(légende : cf. fig. 13).

Emplacement	St. 84	St. 3	St. 95	St. 108	St. 117	St. 112	St. 122
Hauteur d'eau	-210 cm	-215 cm	-241 cm	-243 cm	-230 cm	-215 cm	-205 cm

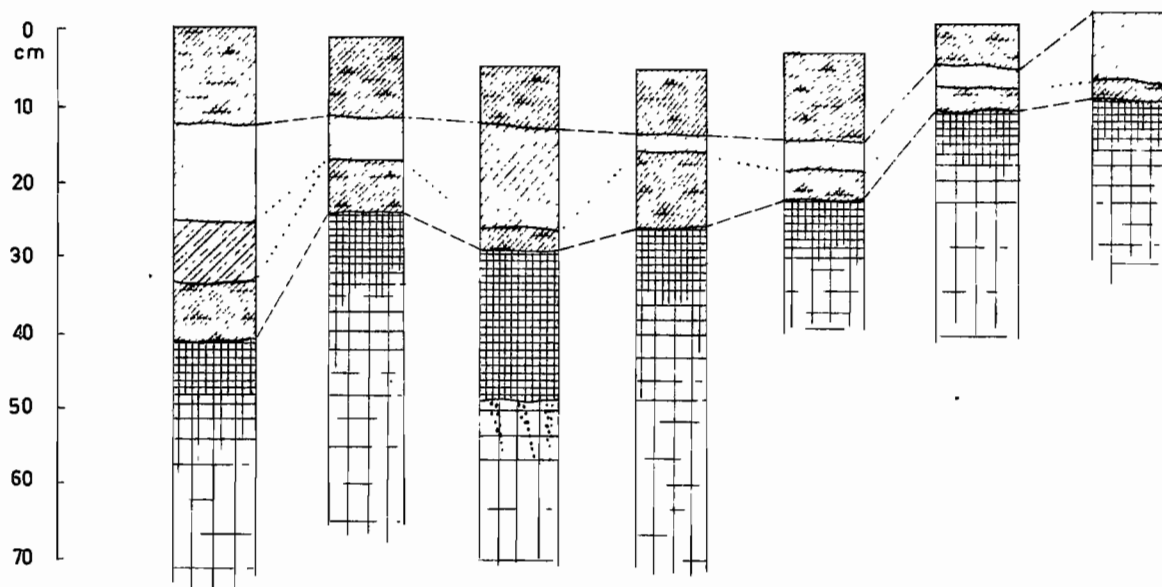


Figure 27 : COUPE SELON PP'.
(légende : cf. fig. 13).

IV LES MATERIAUX : RESULTATS ANALYTIQUES.

41 - Granulométrie des vases, argiles, limons et sables.

Les résultats granulométriques présentés ici ne seront pas commentés de nouveau, ils l'ont été au chapitre : nature et répartition des matériaux. Ces résultats diffèrent parfois légèrement de ceux présentés dans d'autres travaux et concernant les polders; les teneurs en argile sont plus fortes pour les sédiments du lac ainsi que l'indique le tableau ci-dessous :

matériaux des polders	sédiments du lac
matériau superficiel 65 à 70 %	vase 65 à 84 %
argile fissurée 60 à 70 %	argile 73 %

ceci s'explique par la consolidation des structures lors de la poldérisation, consolidation qui gêne considérablement la dispersion lors de l'analyse granulométrique des matériaux prélevés dans les polders, les matériaux prélevés dans le lac étant, quant à eux, mis en suspension en vue de leur analyse, alors qu'ils sont encore humides et donc avant consolidation de leur structure lors de la dessiccation.

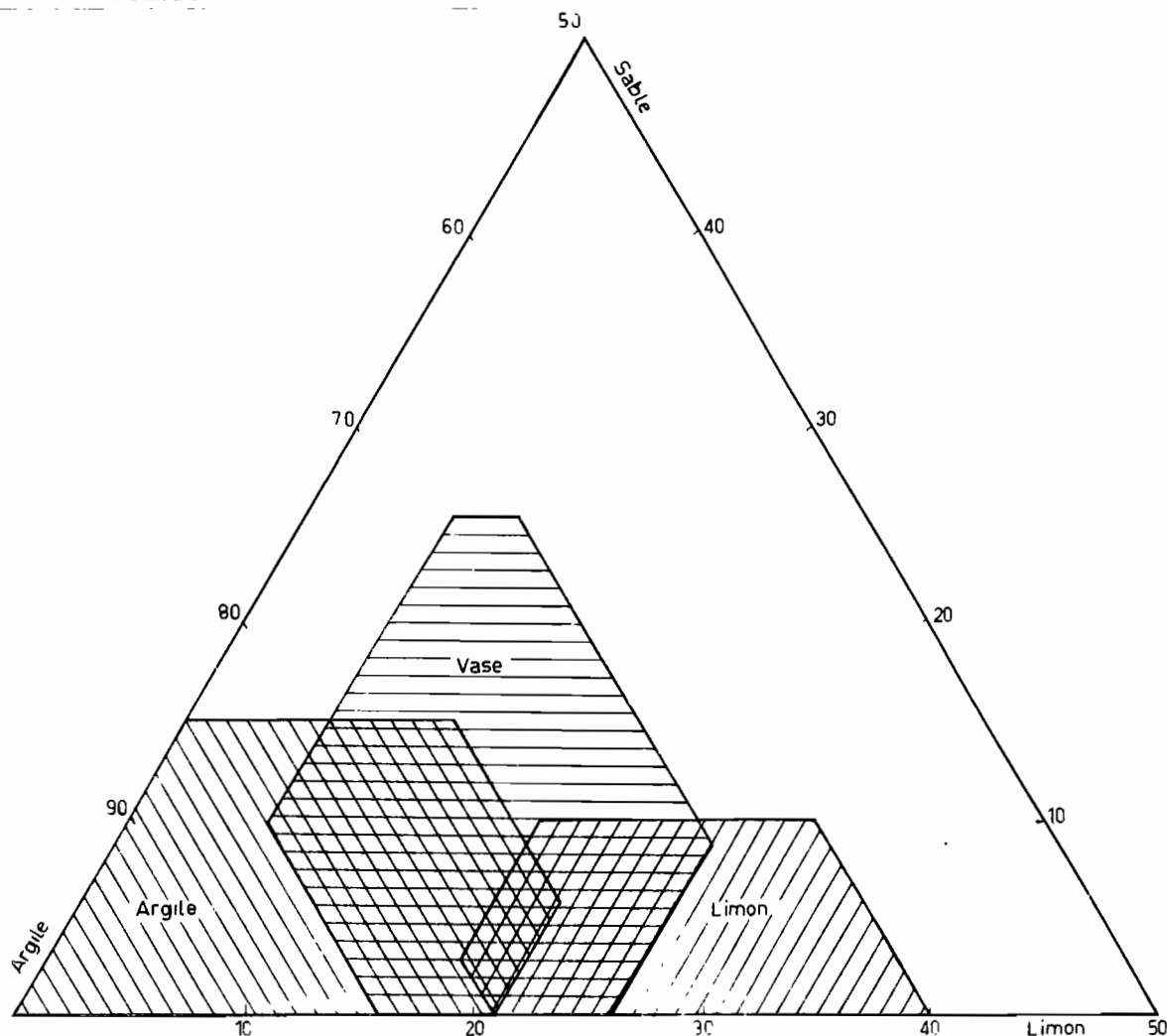


Figure 28 : GRANULOMETRIE DES VASES, ARGILE ET LIMONS.

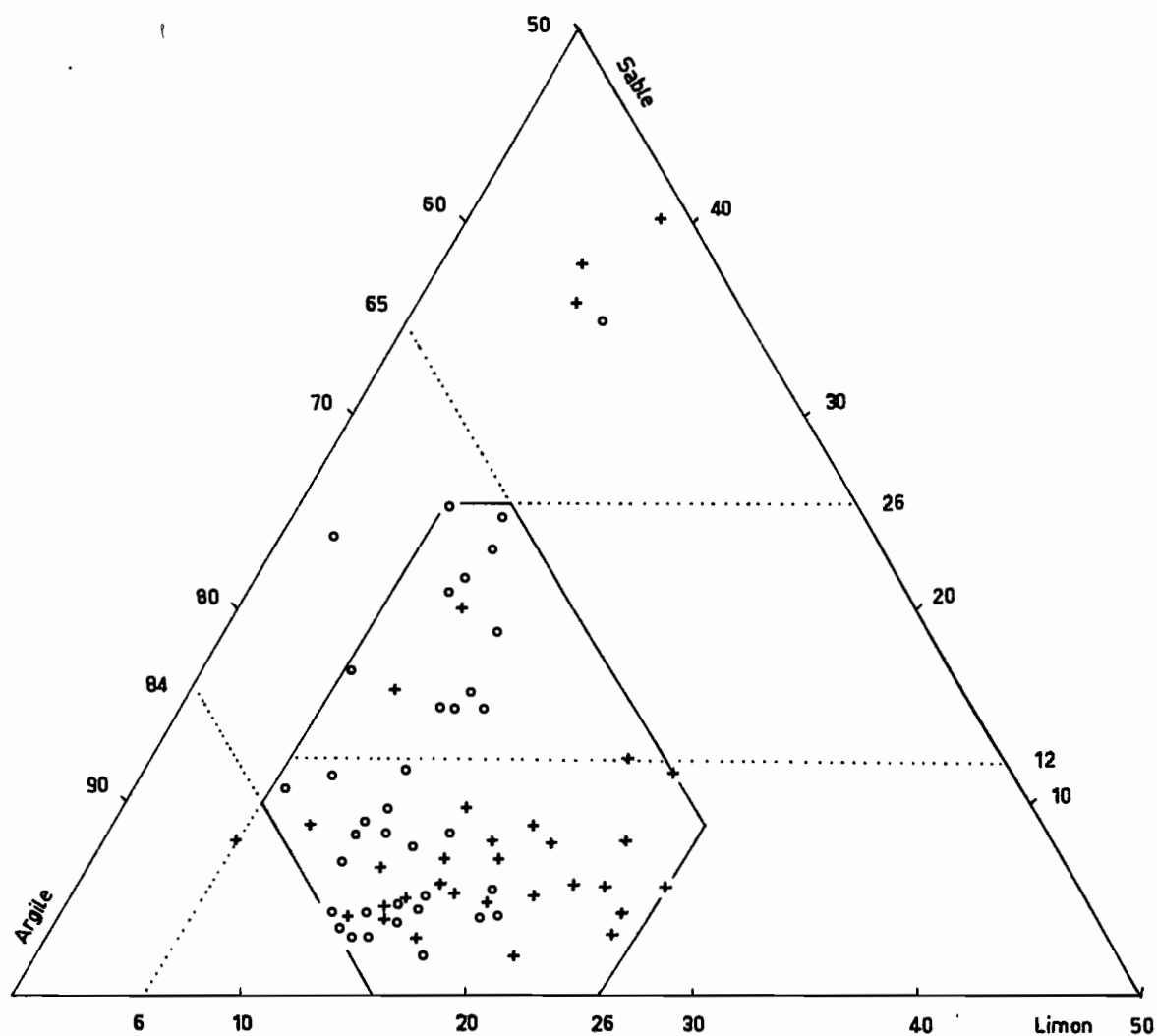


Figure 29 : GRANULOMETRIE DES VASES.

+ VASE BRUNE

o VASE GRISE

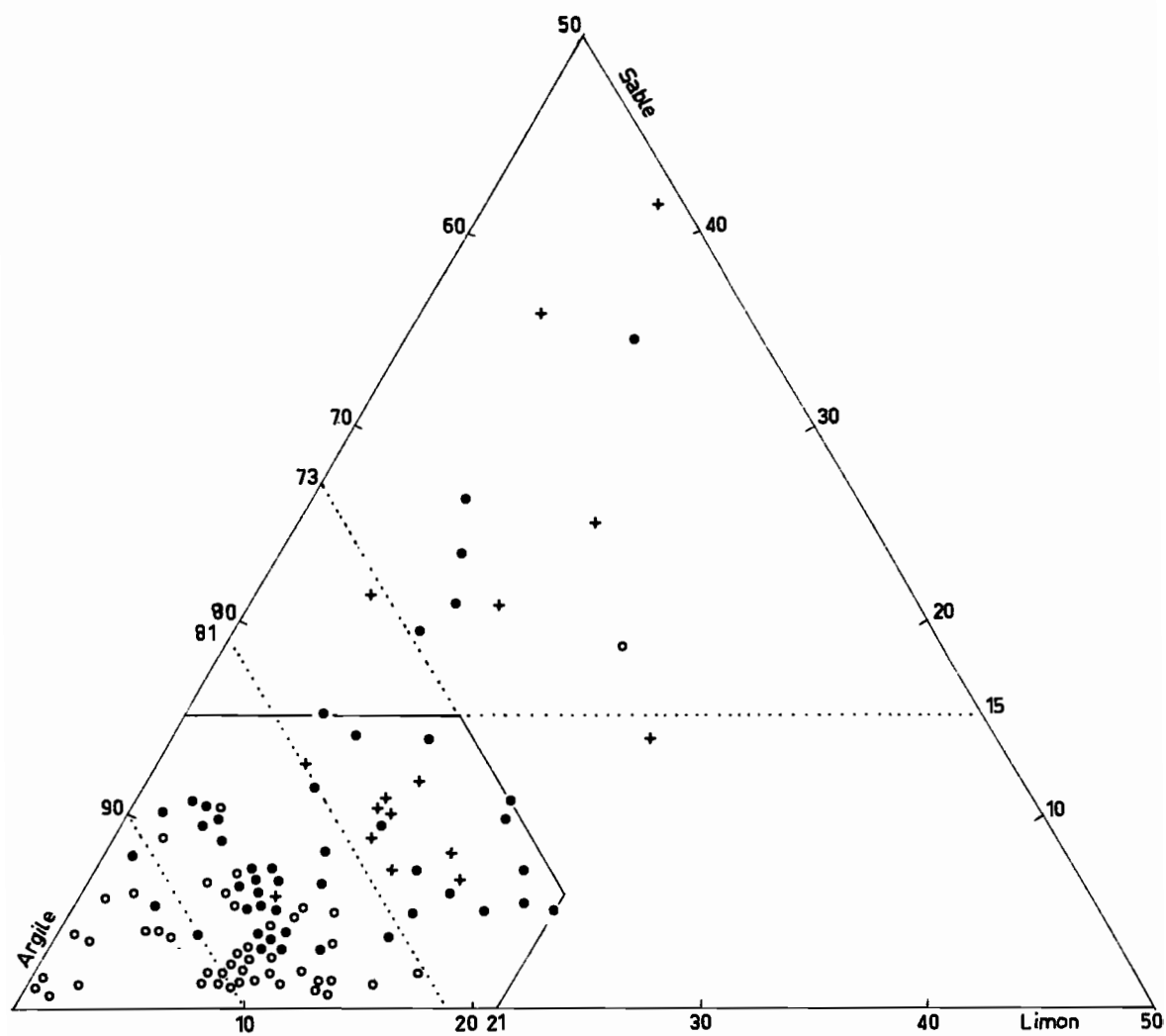


Figure 30 : GRANULOMETRIE DE L'ARGILE.

+ ARGILE GRANULAIRE • ARGILE STRUCTUREE o ARGILE MOLLE.

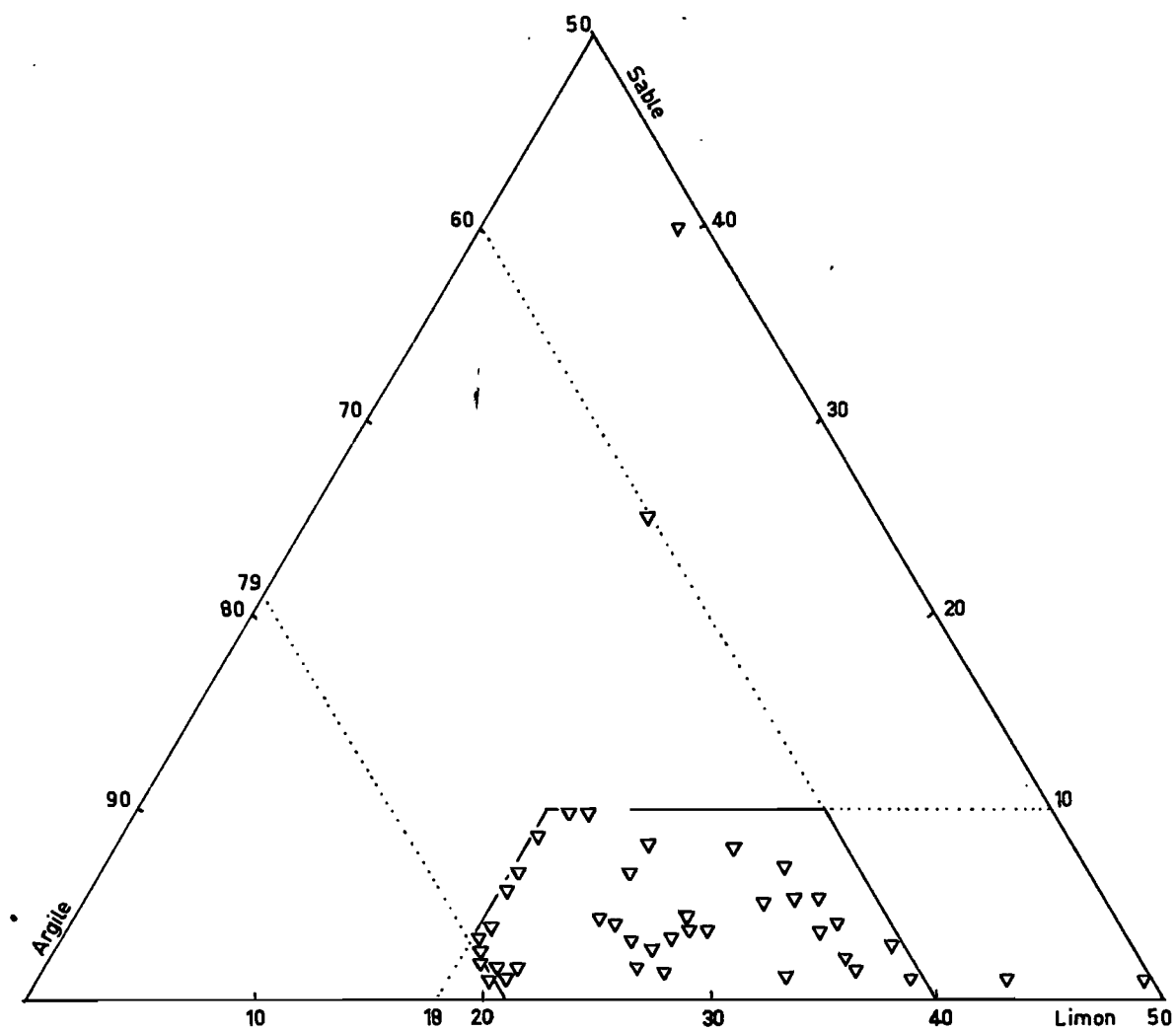


Figure 31 : GRANULOMETRIE DES LIMONS.

Tableau 2 - Granulométrie des vases, argiles et limons.

Station	N°	Profondeur en cm	Nature	A	L	LG	SF	SG
B	1584	0 - 10	vase brune	80	15		5	
"	1585	10 - 16	vase grise	78	12		10	
F	1606	0 - 9	"	75	9	2	10	4
"	1608	10 - 20	argile struct.	87	7		6	
"	1609	20 - 30	"	87	7		6	
E	1613	0 - 6	vase brune	86	6		8	
"	1614	6 - 15	vase grise	67	10	2	11	10
"	1615	15 - 23	argile granul.	81	6	4	7	2
"	1616	23 - 40	argile struct.	86	4		10	
J	1627	0 - 10	vase brune	83	13		4	
J	1628	10 - 39	vase grise	84	12		4	
"	1629	39 - 49	argile granul.	65	21	4	7	3
"	1630	49 - 62	limon	70	26		4	
1	1638	16 - 50	argile struct.	74	21		5	
4	1641	47 - 57	argile struct.	74	19		7	
6	1643	0 - 14	vase brune	74	21		5	
"	1644	14 - 32	vase grise	79	16		5	
"	1645	32 - 53	vase brune	71	25		4	
"	1646	53 - 71	argile struct.	75	20		5	
9	1648	0 - 5	vase brune	75	17		8	
10	1649	0 - 24	vase brune	80	17		3	
"	1650	40 - 71	argile struct.	75	11	1	10	3
24	1664	0 - 27	vase brune	68	26		6	
25	1665	0 - 17	"	72	25		3	
26	1666	0 - 10	"	77	16		7	
27	1667	38 - 50	argile struct.	79	14		7	
31	1670	34 - 44	vase brune	65	23		12	
"	1671	20 - 34	vase grise	77	11		12	
"	1672	0 - 12	vase brune	73	18		9	
"	1673	12 - 20	vase grise	69	12		19	
33	1674	0 - 6	vase brune	72	20		8	
36	1676	0 - 60	vase brune	66	21		13	
39	1678	0 - 10	"	71	23		6	
44	1682	40 - 74	argile struct.	91	1		8	
48	1685	0 - 18	vase grise	82	11		7	
49	1686	0 - 10	"	80	8		12	
"	1687	21 - 70	argile struct.	88	9		3	
52	1688	0 - 6	vase brune	72	22		6	
55	1690	0 - 9	"	73	12		15	
65	1697	26 - 55	argile struct.	86	8		6	

(tableau 2 - suite)

Station	N°	Profondeur en cm.	Nature	A	L	LG	SF	SG
74	1702	0 - 12	vase grise	80	11		9	
82	1706	0 - 7	vase brune	82	14		4	
"	1707	7 - 17	vase grise	72	12	2	8	6
"	1708	17 - 26	vase brune	75	15		10	
"	1709	26 - 37	limon	68	23		9	
"	1710	37 - 45	argile granul.	77	15		8	
"	1711	45 - 65	argile struct.	78	16		6	
88	1714	5 - 40	"	79	11		10	
89	1715		argile granul.	74	5	2	13	6
95	1722	24 - 44	"	80	11		9	
96	1723	6 - 55	argile struct.	86	8		6	
97	1724	0 - 12	vase brune	52	7	1	22	18
99	1726	0 - 8	argile granul.	59	5	2	29	5
101	1728	0 - 8	vase grise	70	9	2	11	8
104	1731-1	1 - 30	"	69	8	2	9	11
106	1732-1	0 - 12	vase brune	77	21		2	
113	1736-1	0 - 8	vase grise	80	17		3	
"	1737-1	8 - 45	argile struct.	78	8	1	12	1
117	1739-1	0 - 11	vase brune	70	9	1	10	10
118	1740-1	0 - 15	vase grise	77	19		4	
124	1734-2	0 - 10	vase grise	77	19		4	
125	1735-2	0 - 1	"	81	15		4	
127	1737-2	0 - 11	vase grise	83	14		3	
132	1741	0 - 6	"	80	15		5	
137	1743	0 - 10	"	83	13		4	
150	1755	0 - 12	vase sableuse	57	6	2	20	15
152	1757	0 - 5	vase brune	70	11		19	
155	1760	0 - 17	"	76	19		5	
"	1761	17 - 22	vase grise	66	9	1	21	3
"	1762	22 - 35	vase grise	30	4	1	46	19
155	1763	35 - 75	vase brune	47	4	1	28	20
"	1764	"	vase brune	79	12		9	
157	1766	29 - 51	argile struct.	92	3		5	
160	1769	0 - 10	vase brune	84	12		4	
169	1777	0 - 1	vase grise	57	7	1	19	16
171	1779	0 - 9	vase brune	80	13		7	
180	1790	0 - 10	"	78	16		6	
"	1791	10 - 24	vase grise	77	15		8	
"	1792	24 - 37	vase brune	75	17		8	
182	1794	0 - 17	vase brune	68	24		8	
"	1795	17 - 60	argile struct.	74	16		10	
188	1802	26 - 65	"	87	5		8	
189	1803	0 - 9	vase brune	77	17		6	

(tableau 2 - suite)

Station	Nº	Profondeur en cm	Nature	A	L	LG	SF	SG
193	1807	1 - 10	argile molle	87	7		6	
198	1812		argile granul.	51	7	2	30	10
209	1823		vase grise	57	8	1	22	12
214	1826		argile struct.	73	8	1	11	7
215	1827		argile granul.	47	4	1	14	34
218	1829		vase brune	48	17	2	27	6
B	B 1	13 - 47	argile granul.	78	11		11	
"	B 3	79 - 105	argile struct.	86	3		11	
"	B 5	131 - 158	"	81	7	1	10	1
"	B 8	210 - 236	"	79	6	1	13	1
"	B 11	290 - 316	argile molle	87	6		7	
"	B 14	382 - 408	"	85	10		5	
"	B 17	447 - 473	"	92	4		4	
"	B 21	526 - 552	"	87	8		5	
"	B 24	605 - 631	"	82	14		4	
"	B 27	684 - 710	"	85	12		3	
"	B 30	764 - 790	"	90	9		1	
"	B 33	841 - 867	limon	79	20		1	
"	B 36	920 - 946	"	75	18		7	
"	B 39	1000 - 1015	"	60	15	1	21	3
C	C 1	0 - 52	vase grise	78	14		8	
"	C 2	52 - 117	"	68	8	2	12	12
"	C 3	117 - 143	vase brune	82	14		4	
"	C 4	143 - 156	vase grise	76	18		6	
"	C 5	156 - 185	argile granul.	78	11		11	
"	C 6	185 - 205	argile granul.	76	12		12	
"	C 7	205 - 218	"	78	11		11	
"	C 8	221 - 260	argile struct.	83	10		7	
"	C 9	260 - 312	"	86	9		5	
"	C 10	312 - 364	"	87	10		3	
"	C 11	364 - 416	argile molle	98	0		2	
"	C 13	468 - 494	"	90	8		2	
"	C 15	546 - 598	"	88	11		1	
"	C 16	598 - 650	limon	50	49		1	
"	C 17	650 - 702	"	66	33		1	
"	C 19	754 - 806	"	60	37		3	
D	D 1	776 - 816	limon	76	18		6	
"	D 3	696 - 736	"	71	19		10	
"	D 5	606 - 656	"	63	35		2	
"	D 7	566 - 586	argile molle	84	15		1	
"	D 8	526 - 566	"	89	10		1	
"	D 10	466 - 506	"	90	8		2	
"	D 12	406 - 446	"	92	2		6	

Station	N°	Profondeur en cm	Nature	A	L	LG	SF	SG
D	D 13	366 - 406	argile molle	85	10		5	
"	D 15	286 - 326	"	89	8		3	
"	D 16	246 - 286	"	92	6		2	
"	D 17	226 - 246	"	95	1		4	
"	D 18	186 - 226	argile struct.	67	6	0	24	3
"	D 19	156 - 186	"	70	8	1	19	2
"	D 20	116 - 156	argile granul.	68	11	3	14	4
"	D 21	100 - 116	"	62	13	3	16	6
"	D 22	60 - 100	vase brune	72	13	2	11	2
"	D 23	20 - 60	vase grise	73	12	2	6	7
"	D 24	0 - 20	"	74	2	2	12	10
E	E 1	0 - 34	argile struct.	87	9		4	
"	E 3	69 - 103	"	87	10		3	
"	E 4	103 - 137	"	88	10		2	
"	E 5	137 - 154	"	87	11		2	
"	E 6	154 - 188	argile molle	89	9		2	
"	E 8	224 - 258	"	99	0		1	
"	E 10	275 - 308	"	88	9		3	
"	E 11	308 - 342	"	99	0		1	
"	E 15	447 - 481	"	97	2		1	
"	E 16	481 - 515	limon	63	35		2	
"	E 17	515 - 550	"	56	43		1	
"	E 18	550 - 571	"	60	38		2	
"	E 19	571 - 605	"	79	19		2	
"	E 21	622 - 656	"	63	33		4	
"	E 23	685 - 720	"	77	21		2	
"	E 25	753 - 790	"	72	24		4	
"	E 27	822 - 842	"	62	34		4	
F	F 3	46 - 86	argile struct.	86	2		12	
"	F 4	86 - 120	"	85	8		7	
"	F 5	120 - 170	"	90	6		4	
"	F 6	170 - 206	argile molle	90	8		2	
"	F 7	206 - 240	"	89	9		2	
"	F 8	240 - 275	"	88	9		3	
"	F 9	275 - 293	"	90	8		2	
"	F 10	293 - 327	"	89	9		2	
"	F 11	327 - 362	"	86	10		4	
"	F 12	362 - 396	"	97	1		2	
"	F 13	396 - 430	"	89	9		2	
"	F 14	430 - 465	"	86	12		2	
"	F 15	465 - 500	"	85	14		1	
"	F 16	500 - 535	"	85	14		1	
"	F 17	535 - 550	"	86	13		1	
G	G 1	0 - 60	vase grise	83	11		6	

(tableau 2 - suite)

Station	Nº	Profondeur en cm	Nature	A	L	LG	SF	SG
G	G 2	60 - 91	argile granul.	80	13		7	
"	G 3	91 - 132	argile struct.	88	9		3	
"	G 5	180 - 228	argile molle	93	3		4	
"	G 7	254 - 331	limon	73	26		1	
"	G 8	331 - 393	"	79	20		1	
"	G 9	393 - 436	"	71	27		2	
"	G 10	436 - 487	limon sableux	51	9	1	17	22
H	H 1	0 - 52	vase grise	80	11		9	
"	H 2	52 - 100	"	79	12		9	
"	H 3	100 - 132	argile granul.	86	9		5	
"	H 4	147 - 195	argile struct.	86	10		4	
"	H 5	195 - 273	"	87	8		5	
"	H 6	273 - 315	argile molle	94	1		6	
"	H 7	315 - 357	"	86	9		5	
"	H 8	357 - 399	"	88	10		2	
"	H 9	399 - 420	"	64	17	5	11	3
"	H 10	420 - 483	"	86	11		3	
"	H 11	483 - 525	"	86	13		1	
"	H 12	525 - 567	"	81	17		2	
"	H 13	567 - 609	limon	62	34		4	
"	H 14	609 - 651	"	69	27		4	
"	H 15	651 - 693	"	73	23		4	
"	H 16	693 - 735	"	72	25		3	
"	H 17	735 - 756	"	78	18		4	
"	H 18	756 - 798	"	65	27		8	
"	H 19	798 - 840	"	70	20		10	
"	H 20	840 - 882	"	79	18		3	
"	H 21	882 - 909	"	63	18		9	
I	I 8	0 - 30	vase grise	76	7	1	7	9
"	I 9	30 - 50	vase brune	83	8		9	
"	I 10	50 - 102	argile granul.	77	16		7	
"	I 11	102 - 140	argile struct.	83	9		8	
"	I 12	140 - 220	"	55	10	2	28	5
"	I 14	220 - 260	argile molle	91	5		4	
"	I 16	290 - 340	"	89	8		3	
"	I 19	420 - 460	"	88	5		7	
"	I 21	500 - 540	limon	79	20		1	
"	I 23	580 - 620	"	71	26		3	
"	I 25	650 - 690	"	69	27		4	
"	I 27	730 - 770	"	64	31		5	
"	I 29	810 - 860	"	63	30		7	
"	I 30	860 - 900	"	77	19		4	
J	J 4	154 - 193	limon	68	28		4	

Station	N°	Profondeur en cm	Nature	A	L	LG	SF	SG
J	J 6	238 - 284	limon	70	23		7	
"	J 8	328 - 367	"	65	30		5	
"	J 11	444 - 483	argile	77	18		5	
"	J 13	520 - 560	"	73	16		11	
"	J 16	637 - 675	"	85	12		3	
"	J 19	755 - 790	"	82	14		4	
"	J 22	870 - 917	"	80	15		5	
"	J 26	958 - 1015	"	68	8		24	

A = argile 0 à 2 μ en %
 L = limon 2 à 20 μ "
 LG = limon grossier 20 à 50 μ "
 SF = sable fin 50 à 200 μ "
 SG = sable grossier 200 à 2000 μ "

Quand il n'y a qu'une valeur d'indiquée pour les limons grossiers, sables fins et sables grossiers, elle correspond à l'ensemble des éléments supérieurs à 20 μ .

Tableau 3 : Granulométrie des sables.

Station	N°	niveau	Argile	M.O.	5	16	25 (Q1)	Md	75 (Q3)	84	95	Moy.	So	D. St.	Asy
A	A.30	554-586cm	2,69	0,34	124	138	150	174	200	215	255	176	1,15	0,31	0,15
H	H.26	976-1018cm	16,27	6,53	106	130	142	176	226	250	300	185	1,26	0,45	0,27
J	J.25	957-958cm	13,10	2,30	106	122	132	155	190	215	300	164	1,20	0,43	0,39
(209)	1604	surface	5,75	1,12	150	176	192	224	265	285	335	228	1,18	0,35	0,16
(209)	1605	"	6,59	1,97	128	148	162	198	236	260	330	202	1,21	0,41	0,21
3	1639	"	1,75	0,32	154	176	190	215	240	260	310	217	1,12	0,29	0,14
15	1656	"	1,52	0,14	144	170	190	230	275	295	350	231	1,20	0,39	0,10
15	1657	14-39cm.	4,88	0,62	114	130	142	170	205	225	270	175	1,20	0,39	0,22
35	1675	surface	0,92	0,07	144	168	184	216	257	278	330	220	1,18	0,36	0,18
41	1679	plage	0,84	0,09	140	164	174	198	228	241	280	201	1,14	0,29	0,14
102	1729	"	1,03	0,13	138	162	178	210	240	263	315	211	1,16	0,35	0,12
103	1730	surface	1,77	0,37	180	202	215	244	276	295	338	247	1,13	0,27	0,14
119	1731-2	"	9,49	1,91	130	156	172	207	250	280	360	214	1,20	0,43	0,25
145	1749	dune	0,65	0,09	180	207	226	280	342	365	420	284	1,23	0,38	0,12
145	1750	plage	1,28	0,41	148	178	198	235	277	300	345	237	1,18	0,37	0,09
173	1782	surface	30,13	2,50	106	135	154	194	235	252	325	193	1,23	0,47	0,09
205	1820	plage	1,14	0,06	184	212	228	265	310	330	370	269	1,17	0,31	0,12
216	1828	surface	18,05	4,06	95	125	140	180	235	260	330	188	1,30	0,53	0,23
Mak.	180	dune						232				230	1,29	0,71	0,05
(1)	232	20-30cm.			130	170	190	225	257	275	350	223	1,16	0,39	0,04
(103)	234	10-30cm.						198				195	1,25	0,40	0,00

Argile = fraction inférieure à 50/ μ , en % .
M.O. = matière organique attaquée par H₂O₂ , en % .
5,16... = diamètre correspondant à 5, 16... 90, en μ .
Md = médiane, en μ .

Moy. = moyenne, en μ .
S.O. = sorting index de Trask = $\sqrt{Q_1/Q_3}$.
D.St. = déviation standard.
Asy = asymétrie.

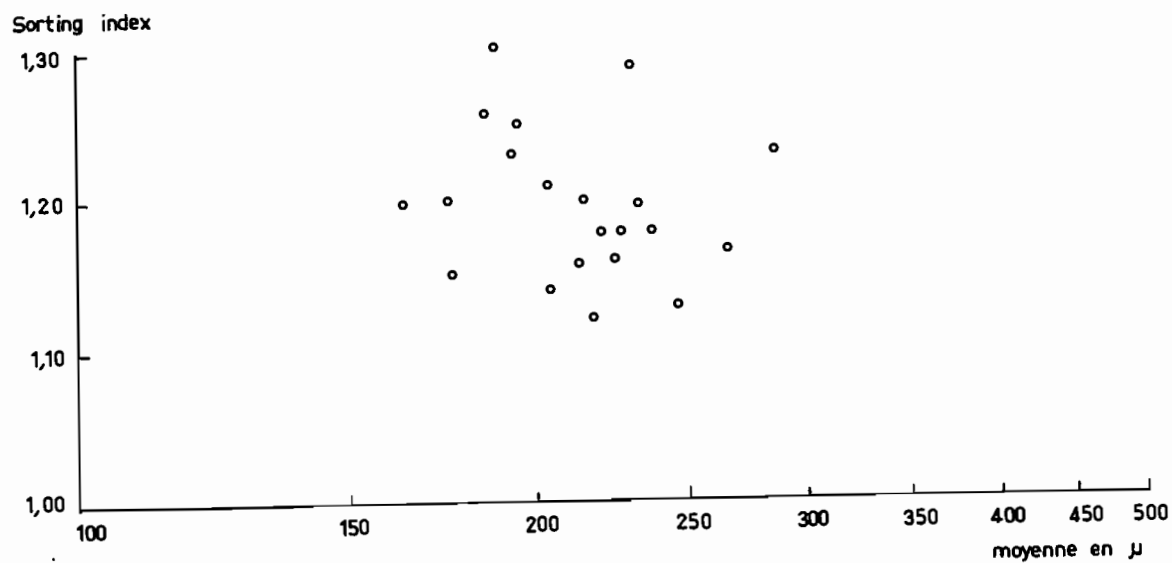


Figure 32 : DIAGRAMME SORTING-INDEX/MOYENNE DES SABLES.

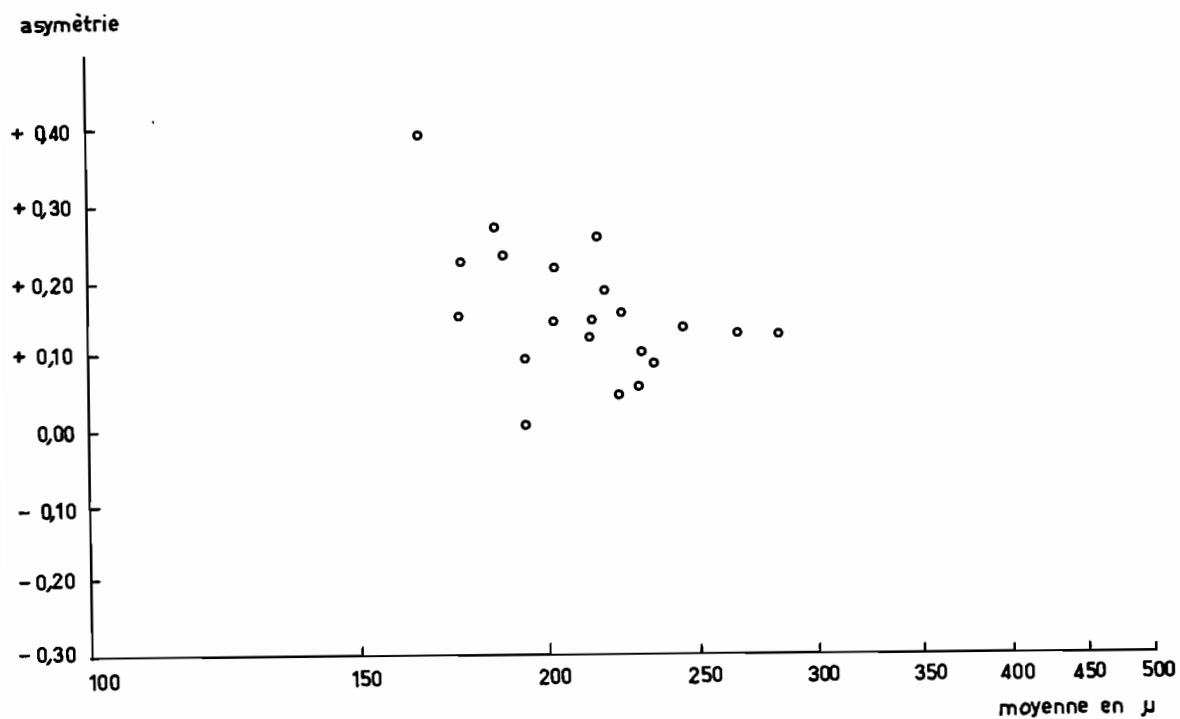


Figure 33 : DIAGRAMME ASYMETRIE/MOYENNE DES SABLES.

déviatiön standard

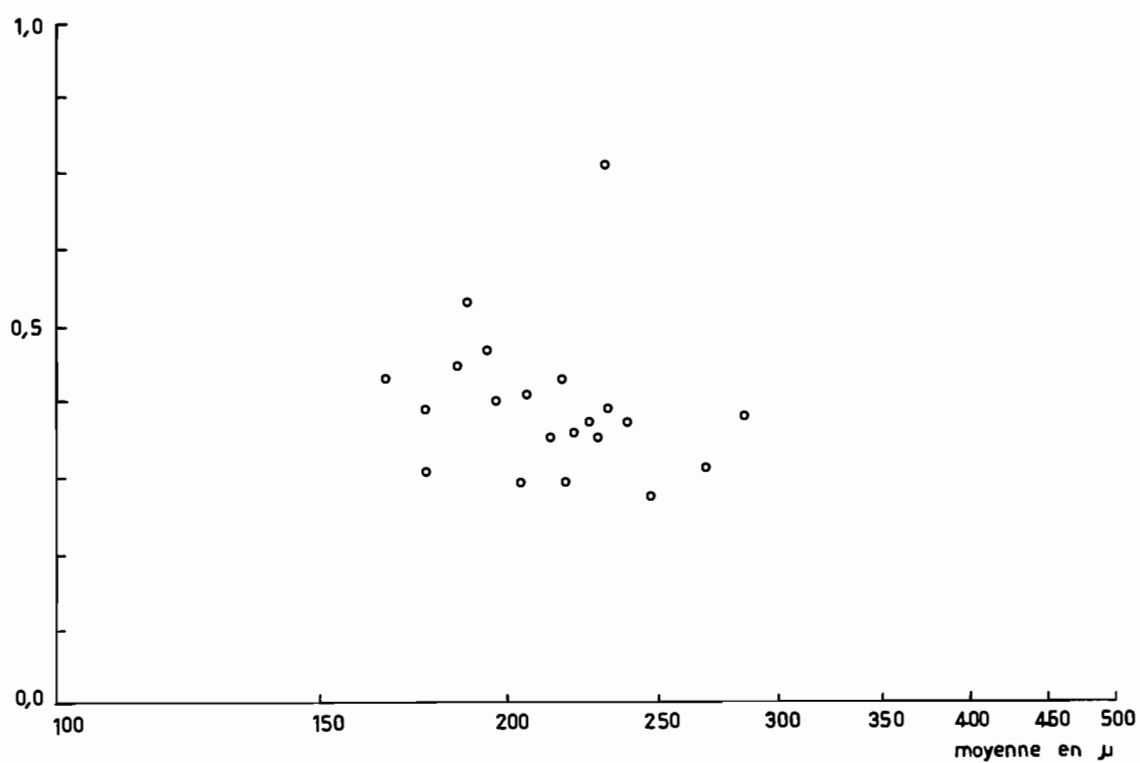


Figure 34 : DIAGRAMME DEVIATION STANDARD/MOYENNE DES SABLES.

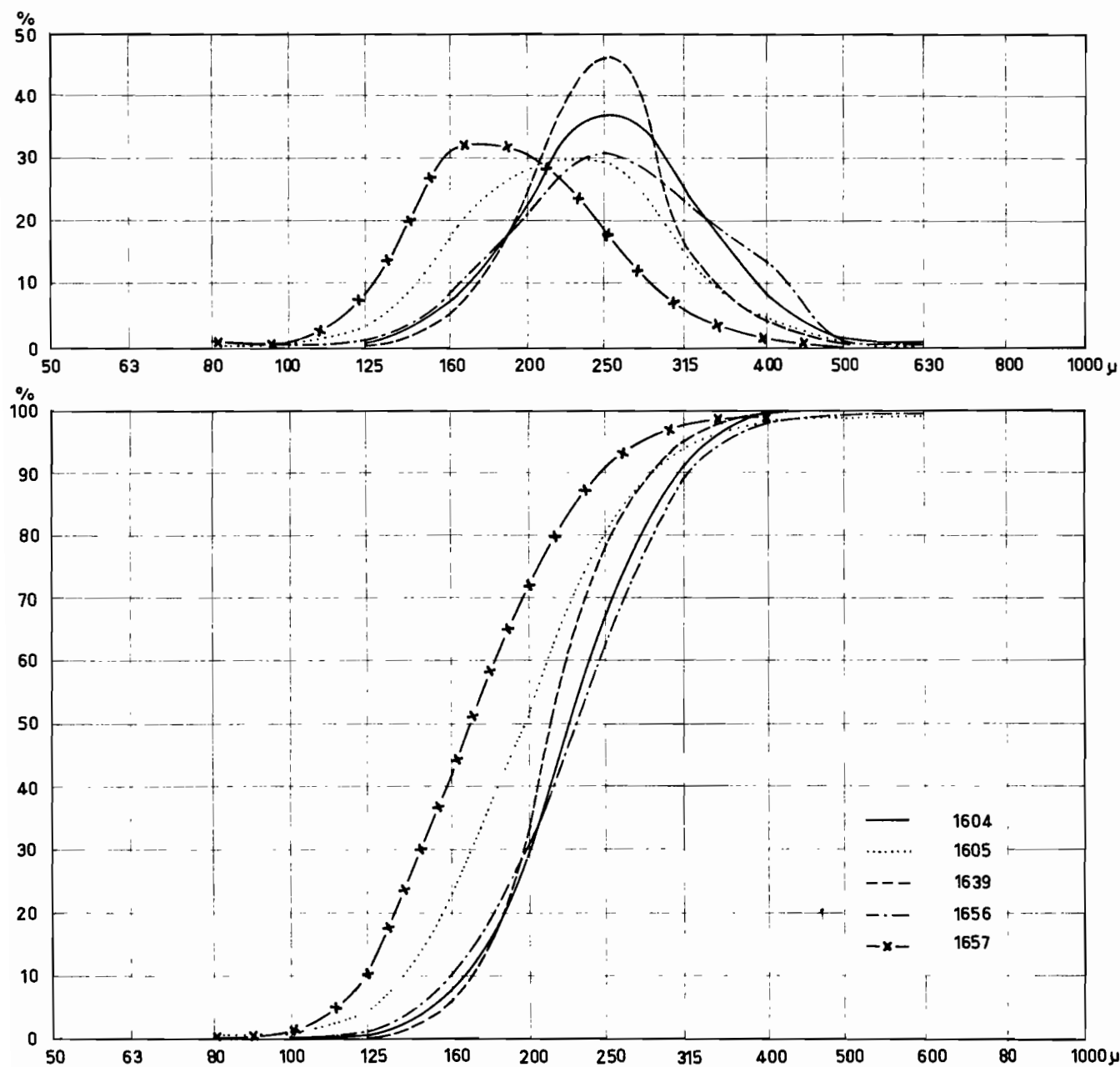


Figure 35 : SABLES DE SURFACE.

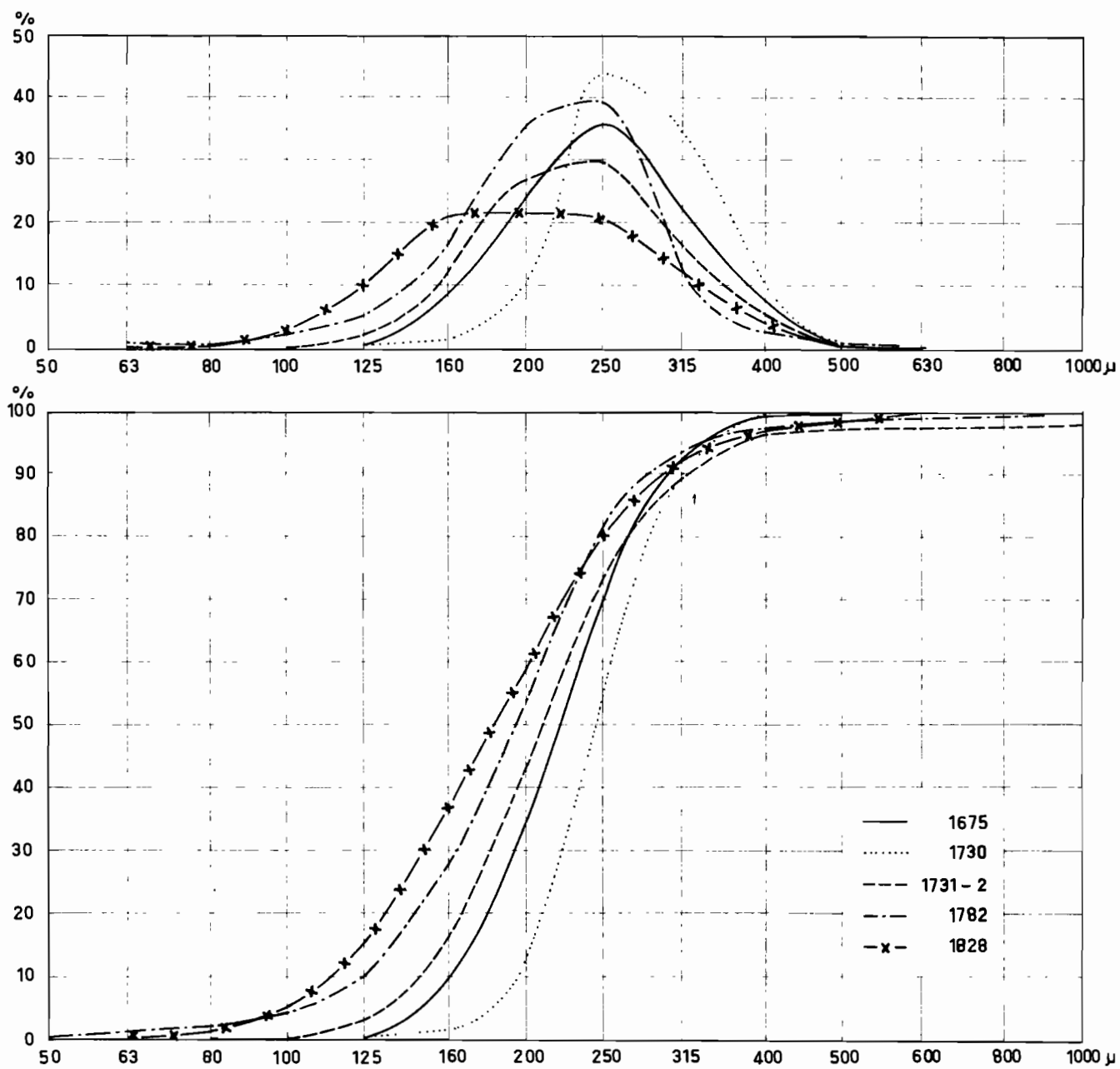


Figure 36 : SABLES DE SURFACE.

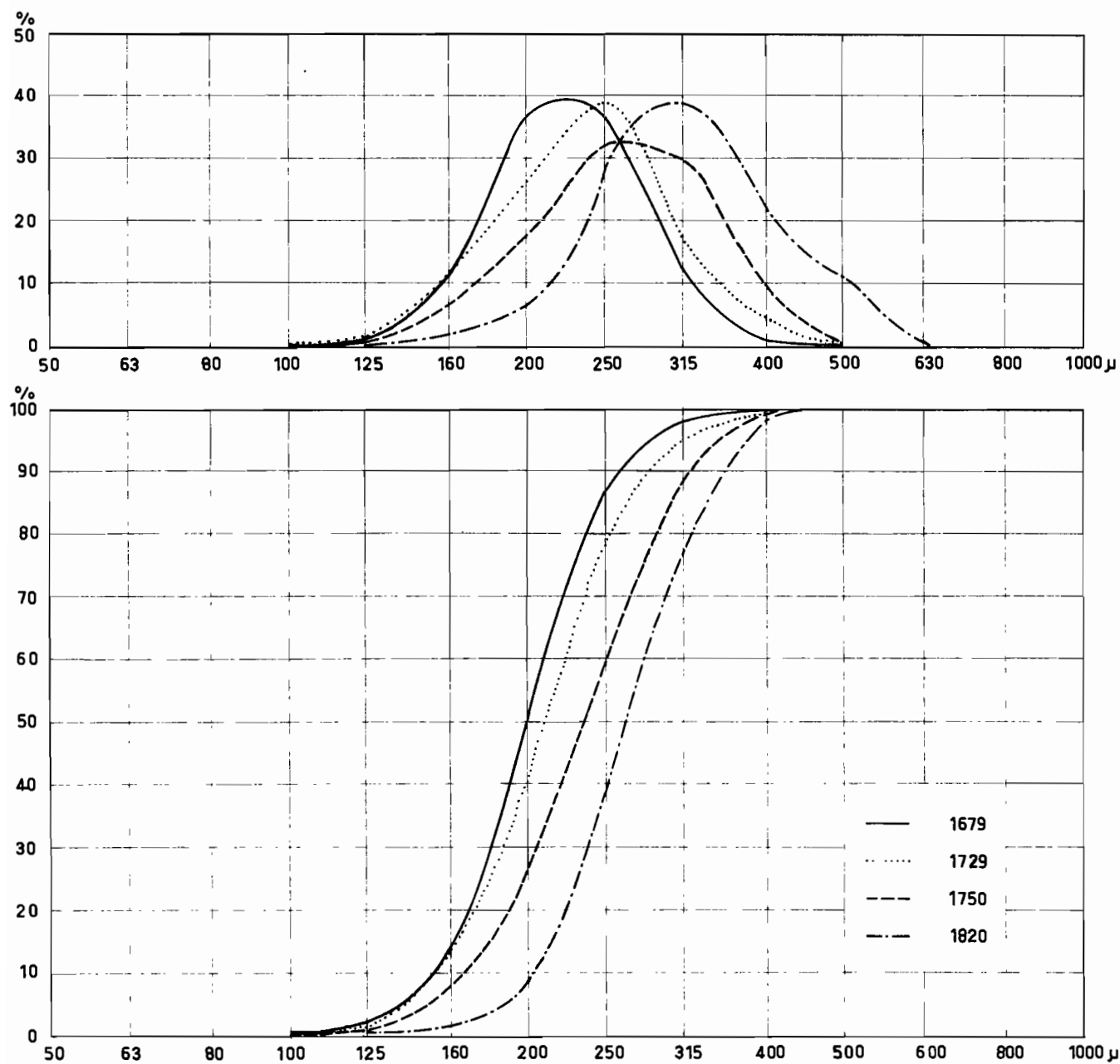


Figure 37 : SABLES DE PLAGE.

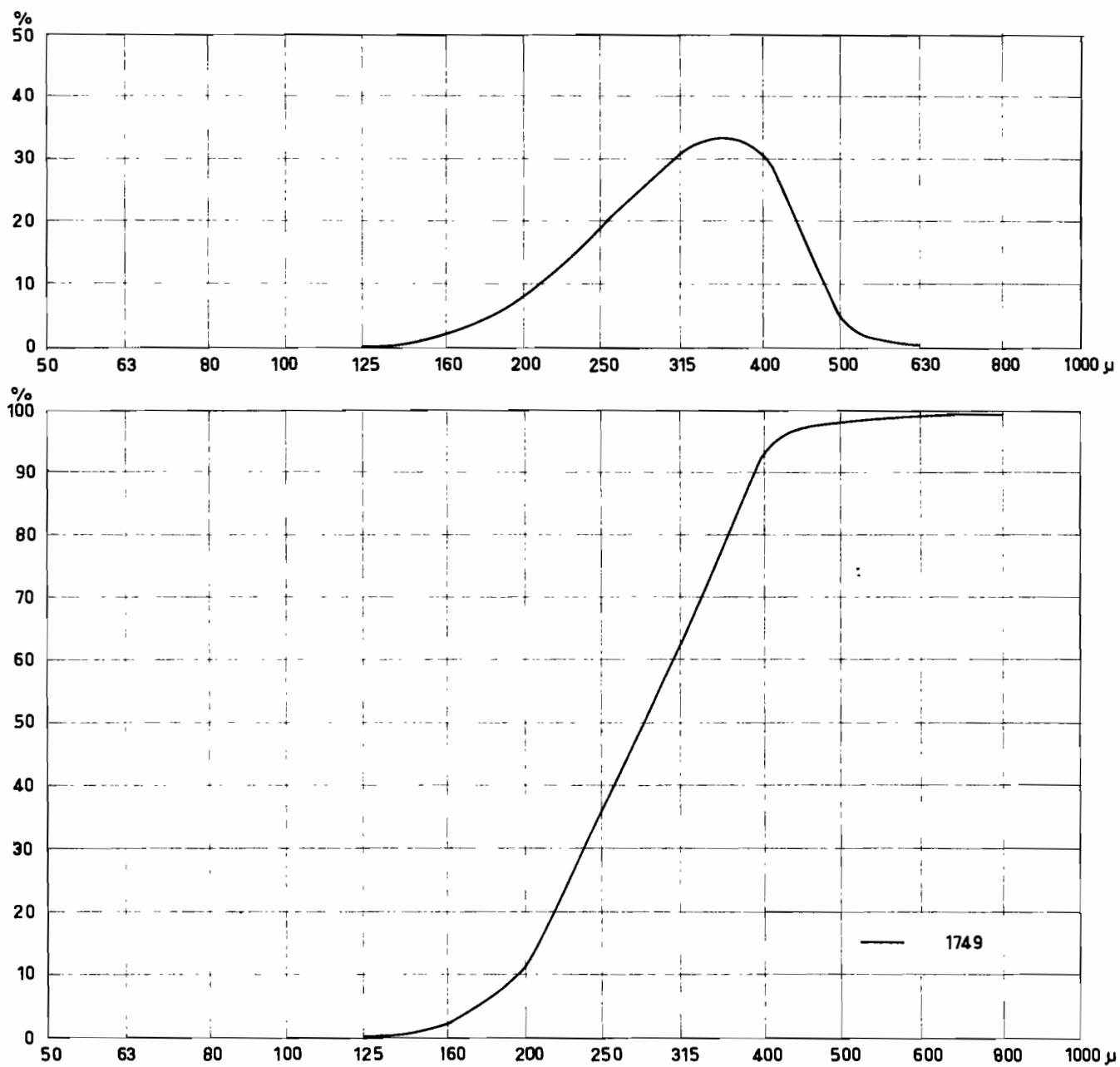


Figure 38 : SABLE DUNAIRE.

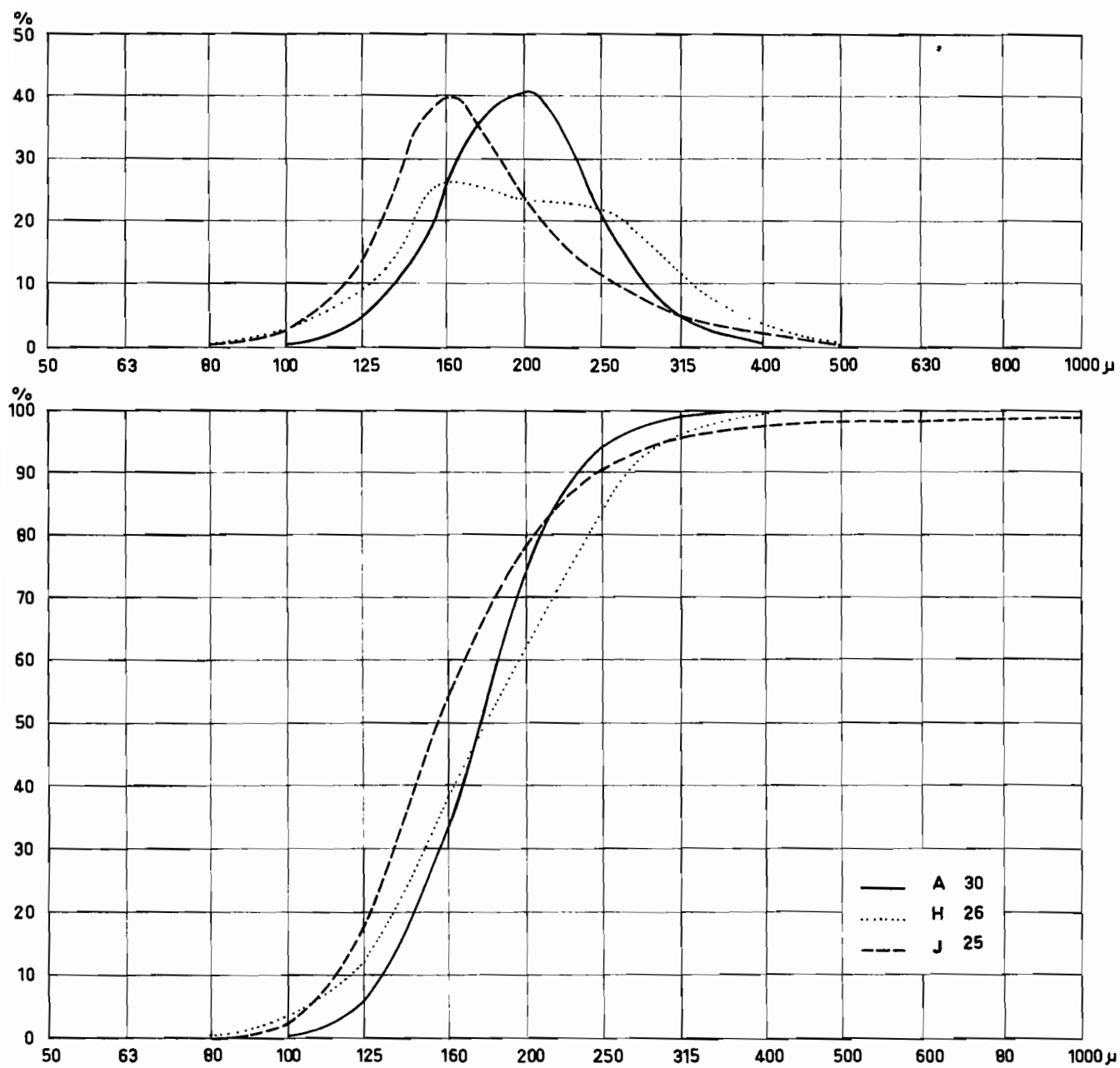


Figure 39 : SABLES PROFONDS.

42 - Carbone et azote organiques, teneurs en matière organique.

Les teneurs en carbone et en azote organiques des sédiments sont élevées. Les teneurs en matière organique varient en moyenne de 24 % dans les vases brunes à 4 % dans l'argile molle. Les valeurs du rapport carbone sur azote sont elles aussi élevées et traduisent le faible degré de décomposition des débris végétaux d'origine locale qui forment la plus grande masse des apports organiques.

La teneur en carbone organique varie principalement selon la nature des matériaux, elle a tendance à diminuer lorsque la teneur en éléments fins, inférieurs à 0,002 mm., augmente. Elle est très forte dans la vase brune, environ moitié moins élevée dans la vase grise, progressivement plus faible encore dans l'argile granulaire, l'argile structurée et l'argile molle où elle est approximativement six fois plus basse que dans la vase brune. Elle est forte dans les limons et situe ceux-ci, au point de vue teneur, entre les vases brunes et les vases grises.

Dans les vases brunes la teneur en carbone organique est en moyenne de 142 ‰, les extrêmes étant de 63 et 232 ‰. Elle peut être plus élevée dans le niveau de vase brune situé à quelques cm. de profondeur que dans la vase brune superficielle. La valeur moyenne pour les vases grises est de 76 ‰, les extrêmes étant de 49 et 98 ‰. Dans l'argile la teneur moyenne en carbone organique passe de 52 ‰ dans l'argile granulaire, à 42 ‰ dans l'argile structurée et 23 ‰ dans l'argile molle, les valeurs extrêmes étant respectivement de 32 et 79 ‰, 27 et 63 ‰, 13 et 38 ‰. Dans le limon la teneur moyenne est de 82 ‰, les extrêmes étant de 28 et 116 ‰.

Etudier les variations du carbone organique en fonction de la profondeur n'a de sens, compte tenu des différences importantes liées à la nature des matériaux qu'en se situant à l'intérieur d'un de ceux-ci. On remarque alors que dans l'argile molle la teneur en carbone commence par baisser à mesure que la profondeur croît puis monte vers un maximum important, vers - 6 m., avant de recommencer à baisser pour atteindre des valeurs inférieures aux premières. Le maximum correspond à une diminution très nette de la fraction argileuse et à une augmentation des sables. Dans les limons la teneur en carbone diminue lorsque la profondeur augmente mais cette décroissance est également interrompue à la partie supérieure du limon par un maximum dont la valeur reste cependant inférieure à celle atteinte dans les niveaux sus-jacents.

Tableau 4 : Teneurs en carbone et azote organiques, teneurs en matière organique (M.O.), rapport carbone/azote des sédiments.

	Vase brune	Vase grise	Argile granulaire	Argile structurée	Argile molle	Limon
C %						
Moyenne	142	76	52	42	23	82
Médiane	132	73	52	39	22	86
Minimum	63	49	32	27	13	28
Maximum	232	98	79	63	38	116
N %						
Moyenne	8,5	5,7	4,5	3,8	3,2	6,4
Médiane	8,5	5,6	4,3	3,7	3,2	6,4
Minimum	5,5	3,8	3,3	2,8	2,1	3,5
Maximum	12,0	7,5	7,1	5,6	4,7	8,3
C/N						
Moyenne	15,6	13,4	11,5	11,0	7,3	13,2
Médiane	15,6	13,1	11,6	11,2	7,3	13,0
Minimum	11,5	10,4	9,7	9,5	3,8	8,0
Maximum	21,4	16,8	12,9	12,7	10,0	14,0
M.O. %						
Moyenne	24	13	8,8	7,1	3,9	13,9
Minimum	10	8	5,5	4,6	2,2	4,8
Maximum	39	16	13,4	10,7	6,5	19,7

43 - Carbonates.

La teneur en carbonates des sédiments recueillis est pratiquement toujours nulle ou inférieure à 0,2 % (teneur exprimée en CaCO_3 %) quelque soit la nature, vase, argile ou limon, l'origine géographique ou la profondeur des prélèvements. Seuls font exception les sédiments de l'extrémité nord du bras étudié : les échantillons de surface y ont toujours une teneur en carbonates nulle mais en profondeur, entre 5,20 et 9,50 m., elle dépasse 10 % avec un maximum de 17 % dans l'argile.

Les études antérieures avaient montré que sur l'ensemble du lac seuls les sédiments situés dans sa zone nord présentaient un faible degré de carbonatation (de 1 à 5 %). L'étude aux rayons X ne faisait apparaître les raies de la calcite que sur les échantillons de cette même zone; elles ne sont jamais apparues sur les échantillons de vase ou d'argile prélevés dans l'archipel de Bol.

L'important niveau carbonaté (10 à 70 % de carbonates sur 5 à 70 cm. d'épaisseur) décrit et étudié par C. Cheverry dans les polders de Bol et de la région est donc bien, ainsi qu'il le montrait, lié à l'émersion des sédiments et aux processus pédologiques ayant alors joué en liaison avec l'action de la nappe phréatique et avec la production de CO_2 par fermentation bactérienne dans les vases riches en matières organiques. Il faut donc s'attendre à une telle carbonatation lors de l'assèchement du bras, les teneurs en CaCO_3 devant pourtant rester nettement inférieures aux valeurs mesurées dans les polders actuels par Cheverry qui indique que dans les conditions d'évapotranspiration actuelles et compte tenu de la salinité de la nappe les teneurs seraient au moins dix fois plus faibles.

Tableau 5 - Carbone et azote organiques, teneur en matière organique des sédiments.

Station	N°	Profondeur en cm	Nature	C ‰	N ‰	C/N	M.O. ‰
B	1584	0 - 10	vase brune	116	8,0	14,5	19,7
"	1585	10 - 16	vase grise	89	5,8	15,3	15,2
"	1586	16 - 23	vase brune	94	5,4	17,4	16,0
C	1591	0 - 10	vase grise	92	7,2	12,8	15,7
"	1592	10 - 20	vase grise	73	5,3	13,8	12,4
"	1593	20 - 30	vase brune	107	6,2	17,3	18,2
"	1594	34 - 40	argile granul.	59	4,8	12,3	10,0
"	1595	40 - 50	argile struct.	38	3,2	11,9	6,5
"	1596	50 - 60	"	38	3,4	11,2	6,5
"	1597	60 - 70	"	42	3,8	11,1	7,1
D	1598	0 - 15	vase grise	49	4,7	10,4	8,3
"	1599	15 - 28	"	68	4,9	13,9	11,6
"	1601	30 - 38	vase brune	108	6,5	16,6	18,4
"	1602	40 - 55	"	84	7,0	12,0	14,3
"	1603	55 - 65	argile granul.	32	3,3	9,7	5,4
F	1606	0 - 9	vase grise	70	4,5	15,5	11,9
"	1608	10 - 20	argile struct.	34	3,0	11,3	5,8
"	1609	20 - 30	"	36	3,2	11,3	6,1
E	1614	6 - 15	vase grise	65	4,8	13,6	11,1
"	1615	15 - 23	argile granul.	40	3,4	11,8	6,8
"	1616	23 - 40	argile struct.	27	2,8	9,7	4,6
"	1617	40 - 60	"	37	3,5	10,7	6,3
J	1627	0 - 10	vase brune	63	5,5	11,5	10,7
"	1628	10 - 39	vase grise	60			10,2
"	1629	39 - 49	argile granul.	79	7,1	11,1	13,5
"	1630	49 - 62	limon	55	5,4	10,2	9,3
I	1631	0 - 4	vase brune	153	10,0	15,3	26,0
"	1632	4 - 10	vase grise	63	5,0	12,6	10,7
"	1633	10 - 16	argile granul.	50	4,5	11,1	8,5
"	1634	16 - 30	argile struct.	42	3,8	11,1	7,1
I	1635	30 - 45	argile struct.	63	5,6	11,6	10,7
6	1643	0 - 14	vase brune	132	9,6	13,7	22,4
"	1644	14 - 32	vase grise	61	5,1	12,0	10,4
"	1645	32 - 53	vase brune	136	9,9	13,7	23,1
"	1646	53 - 71	argile struct.	37	3,4	10,9	6,3
10	1649	0 - 24	vase brune	143	11,0	13,0	24,3
16	1658	0 - 9	vase brune	142	9,6	14,8	24,2
20	1661	0 - 12	vase brune	181	12,0	15,1	30,8
23	1663	0 - 15	vase brune	129	8,1	15,9	21,9
31	1670	34 - 44	vase brune	136	9,4	14,0	23,1
31	1671	20 - 34	vase grise	79	4,7	16,8	13,4

(tableau 5 - suite)

Station	Numéro	Profondeur en cm	Nature	C ‰	N ‰	C/N	M.O. ‰
31	1672	0 - 12	vase brune	177			30,0
"	1673	12 - 20	vase grise	83	5,8	14,3	14,1
33	1674	0 - 6	vase brune	114	8,1	14,1	19,3
36	1676	0 - 60	vase brune	159	10,0	15,9	27,0
39	1678	0 - 10	vase brune	138	8,9	15,5	23,4
44	1683	0 - 24	vase grise	91	7,5	12,1	15,4
48	1685	0 - 18	vase grise	65	5,6	11,6	11,1
49	1686	0 - 10	vase grise	78	6,0	13,0	13,2
52	1688	0 - 6	vase brune	120	8,5	14,0	20,4
55	1690	0 - 9	vase grise	73	5,8	12,6	12,4
64	1696	0 - 26	vase brune	124	8,3	14,9	21,1
74	1702	0 - 12	vase grise	85	7,1	12,0	14,4
81	1705	0 - 10	vase brune	102	7,9	12,9	17,3
82	1706	0 - 7	vase brune	133	8,5	15,6	22,6
"	1707	7 - 17	vase grise	87	6,1	14,2	14,8
"	1708	17 - 26	vase brune	147	8,8	16,7	25,0
"	1709	26 - 37	limon	113	8,7	13,0	19,2
"	1710	37 - 45	argile granul.	63	5,5	11,4	10,7
"	1711	45 - 65	argile struct.	40	4,2	9,5	6,8
97	1724	0 - 12	vase brune	205	9,6	21,4	34,8
98	1725	0 - 5	vase brune	130	8,0	16,2	22,1
101	1728	0 - 8	vase grise	90	5,8	15,5	15,3
106	1732-1	0 - 12	vase brune	141	9,0	15,7	24,0
108	1733-1	0 - 8	vase brune	113	8,1	14,0	19,2
112	1735-1	0 - 5	vase brune	232	10,8	21,4	39,4
114	1738-1	0 - 15	vase brune	189			32,1
123	1733-2	0 - 18	vase brune	115	7,4	15,6	19,5
124	1734-2	0 - 10	vase grise	98	7,5	13,1	16,6
129	1739-2	0 - 5	vase brune	189	9,5	19,9	32,1
133	1742	0 - 7	vase grise	98	7,5	13,1	16,6
138	1744	0 - 8	vase grise	98	7,3	13,4	16,6
140	1745	0 - 15	vase brune	146	8,6	17,0	24,8
146	1751	0 - 10	vase brune	98	7,2	13,6	16,6
149	1754	0 - 6	vase brune	92	6,9	13,3	15,6
152	1757	0 - 5	vase brune	282	12,4	22,8	48,0
154	1759	0 - 10	vase grise	67	5,2	12,9	11,4
159	1768	0 - 10	vase brune	178	9,3	19,1	30,2
168	1776	0 - 6	vase grise	51	3,8	13,4	8,7
176	1786	0 - 5	vase brune	123	7,9	15,8	20,9
180	1790	0 - 10	vase brune	144	9,2	15,7	24,5
"	1791	10 - 24	vase grise	67	5,5	12,2	11,4
"	1792	24 - 37	vase brune	116	7,8	14,9	19,7
182	1794	0 - 17	vase brune	146	8,6	17,0	24,8
185	1798	0 - 10	vase brune	125	7,6	16,5	21,2

(tableau 5 - suite)

Station	Numéro	Profondeur en cm	Nature	C ‰	N ‰	C/N	M.O. ‰
187	1800	0 - 19	vase brune	146	9,1	16,0	24,8
189	1803	0 - 9	vase brune	116	8,5	13,7	19,7
191	1805	0 - 14	vase brune	130	8,1	16,0	22,1
197	1811	surface	argile molle	35	1,9	18,4	5,9
201	1815	"	vase brune	128	8,5	15,1	21,9
209	1823	surface	vase grise	67	5,8	11,5	11,4
218	1829	"	vase brune	203	10,4	19,5	34,5
B	B 1	13 - 47	argile granul.	47	4,0	11,8	8,0
"	B 3	79 - 105	argile struct.	38	3,4	11,2	6,5
"	B 5	131 - 158	"	43	3,8	11,3	7,3
"	B 8	210 - 236	"	42	3,7	11,3	7,1
"	B 11	290 - 316	argile molle	25	2,6	9,6	4,2
"	B 14	382 - 408	"	22	2,9	7,6	3,7
"	B 17	447 - 473	"	27	3,2	8,4	4,6
"	B 21	526 - 552	"	26	3,5	7,4	4,4
"	B 24	605 - 631	"	38	4,7	8,1	6,5
"	B 27	684 - 710	"	28	4,1	6,8	4,8
"	B 30	764 - 790	"	18	3,7	4,9	3,6
"	B 33	841 - 867	limon	73	7,3	10,0	12,4
"	B 36	920 - 946	"	99	7,9	12,5	16,8
"	B 39	1000 - 1015	"	67	5,4	12,4	11,4
F	F 3	46 - 86	argile struct.	36	3,2	11,2	6,1
"	F 5	120 - 170	"	37	3,6	10,3	6,3
"	F 7	206 - 240	argile molle	19	2,6	7,3	3,2
"	F 9	275 - 293	"	19	3,1	6,1	3,2
"	F 10	293 - 327	"	20	3,3	6,1	3,4
"	F 12	362 - 396	"	22	3,6	6,1	3,7
"	F 14	430 - 465	"	27	4,3	6,3	4,6
"	F 17	535 - 550	"	15	3,9	3,8	2,5
G	G 1	0 - 60	vase grise	75	5,3	14,2	12,7
"	G 2	60 - 91	argile granul.	64	5,2	12,2	10,9
"	G 3	91 - 132	argile struct.	46	4,3	10,7	7,8
"	G 4	132 - 180	"	34	3,2	10,7	5,8
"	G 5	180 - 228	argile molle	27	2,8	9,6	4,6
"	G 6	228 - 254	"	17	2,1	8,1	2,9
"	G 7	254 - 331	limon	97	7,4	13,1	16,5
"	G 8	331 - 393	"	87	5,8	15,0	14,8
"	G 9	393 - 436	"	98	6,4	15,3	16,8
"	G 10	436 - 487	"	75	5,1	14,7	12,7
H	H 1	0 - 52	vase grise	68	5,4	12,6	11,6
"	H 2	52 - 100	"	85	5,5	15,5	14,5
"	H 3	100 - 132	argile granul.	53	4,1	12,9	9,0

(tableau 5 - fin)

Station	Numéro	Profondeur en cm	Nature	C ‰	N ‰	C/N	M.O. ‰
H	H 4	147 - 195	argile struct.	62	4,9	12,7	10,6
"	H 5	195 - 273	"	54	4,4	12,3	9,2
"	H 6	273 - 315	argile molle	32	3,2	10,0	5,4
"	H 7	315 - 357	"	28	2,9	9,7	4,8
"	H 8	357 - 399	"	16	2,3	7,0	2,7
"	H 9	399 - 420	"	76	5,0	15,2	12,9
"	H 10	420 - 483	"	13	2,2	5,9	2,2
"	H 11	483 - 525	"	21	2,7	7,8	3,6
"	H 12	525 - 567	"	49	4,6	10,6	8,3
"	H 13	567 - 609	limon	106	8,7	12,2	18,0
"	H 14	609 - 651	"	116	8,3	14,0	19,7
"	H 15	651 - 693	"	96	6,8	14,1	16,4
"	H 16	693 - 735	"	75	6,6	11,4	12,7
"	H 17	735 - 756	"	75	5,8	12,9	12,7
"	H 18	756 - 798	"	98	6,2	15,8	16,8
"	H 19	798 - 840	"	85	6,5	13,0	14,5
"	H 20	840 - 882	"	42	4,1	10,2	7,1
"	H 21	882 - 909	"	28	3,5	8,0	4,8

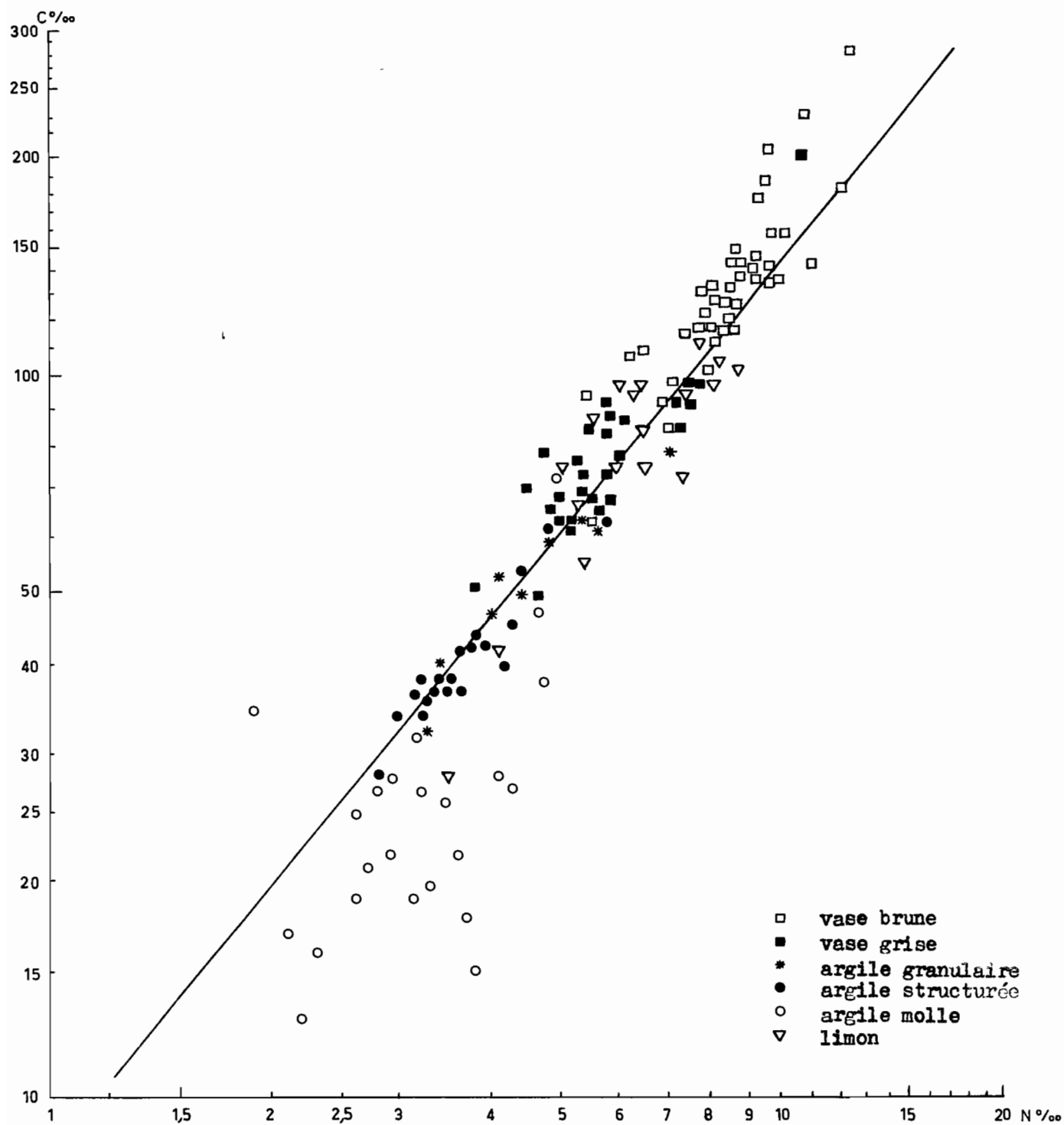


Figure 40 : DIAGRAMME CARBONE/AZOTE.

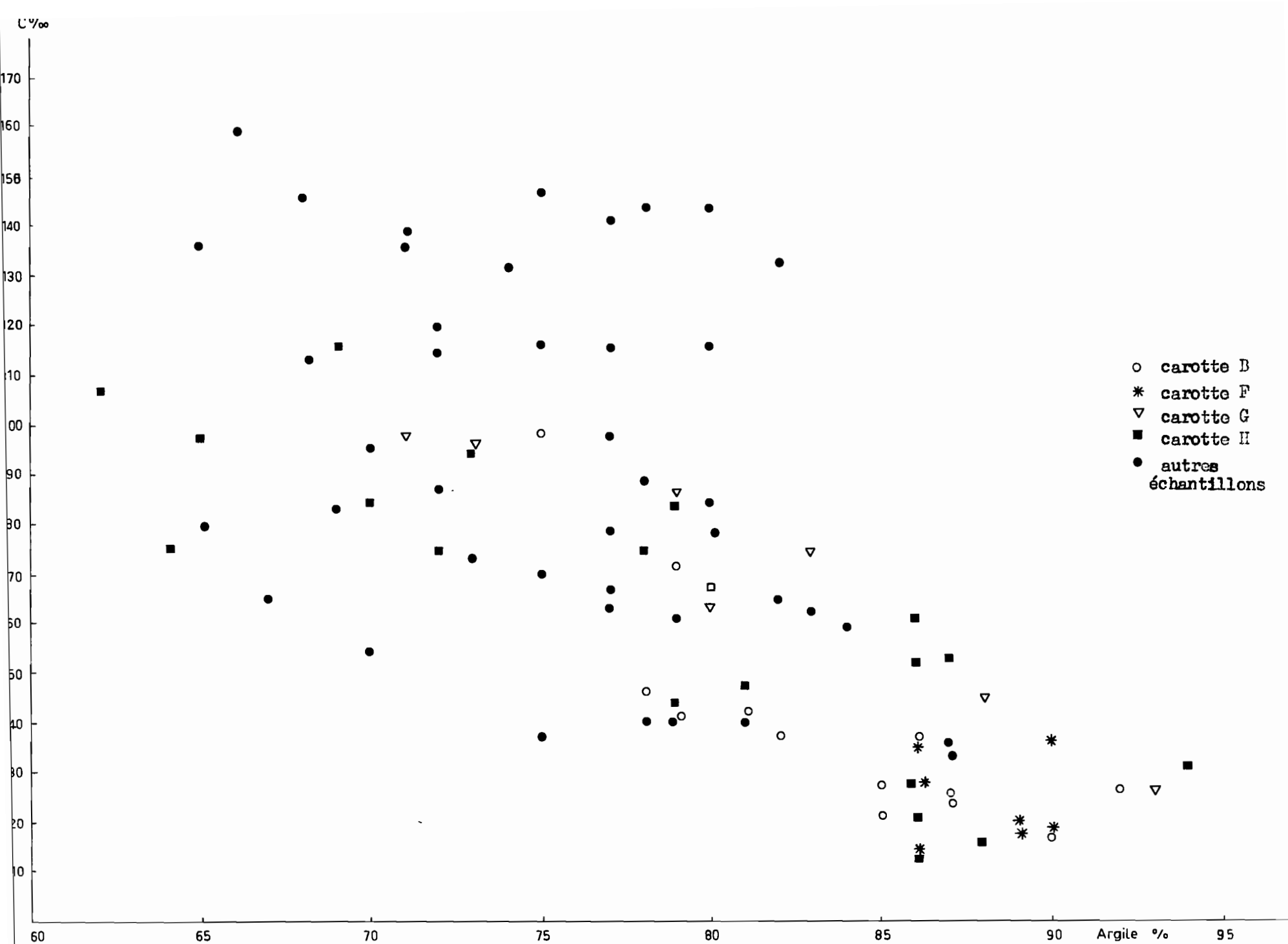


Figure 41 : TENEURS EN CARBONE ORGANIQUE ET TENEURS EN ARGILE

Tableau 6 : Teneur en carbonates, exprimée en CaCO_3 total %.

Station	N°	Profondeur en cm	Nature	$\text{CaCO}_3\%$	Station	N°	Profondeur en cm	Nature	$\text{CaCO}_3\%$
B	1584	0-10	vase brune	0	H	H 6	273-315	argile molle	
"	1585	10-16	vase grise	0	"	H 7	315-357	"	0
"	1586	16-23	vase brune	<1	"	H 8	357-399	"	0
"	B 1	13-47	argile granul.	$<0,2$	"	H 9	399-420	"	0
"	B 3	79-105	argile struct.	0	"	H 10	420-483	"	0
"	B 5	131-158	"	$<0,2$	"	H 11	483-525	"	0
"	B 8	210-236	"	0	"	H 12	525-567	"	0
"	B 11	290-316	argile molle	0	"	H 13	567-609	limon	0
"	B 14	382-408	"	0	"	H 14	609-651	"	0
"	B 17	447-473	"	0	"	H 15	651-693	"	0
"	B 21	526-552	"	0	"	H 16	693-735	"	0
"	B 24	605-631	"	0	"	H 17	735-756	"	0
"	B 27	684-710	"	$<0,2$	"	H 18	756-798	"	0
"	B 30	764-790	"	0	"	H 19	798-840	"	0
"	B 33	841-867	limon	$<0,2$	"	H 20	840-882	"	0
"	B 36	920-946	"	0	"	H 21	882-909	"	0
"	B 39	1000-1015	"	0					
"	B 40	1015-1033	sable	0	J	1627	0-10	vase brune	0
D	1598	0-15	vase grise	0	"	1628	10-39	vase grise	0
"	1599	15-28	"	0	"	1629	39-49	argile granul.	0
"	1602	40-55	vase brune	0	"	1630	49-62	limon	0,7
"	1603	55-65	argile granul.	$<0,2$	"	J 4	154-193	"	2,6
G	G 1	0-60	vase grise	0	"	J 6	238-284	"	2,7
"	G 2	60-91	argile granul.	0	"	J 8	328-367	"	1,9
"	G 3	91-182	argile struct.	0	"	J 11	444-483	argile molle	4,7
"	G 4	132-180	"	0	"	J 13	520-560	"	11
"	G 5	180-228	argile molle	0	"	J 16	637-675	"	11
"	G 6	228-254	"	0	"	J 19	755-790	"	17
"	G 7	254-331	limon	0	"	J 22	870-917	"	11
"	G 8	331-393	"	0	"	J 26	958-1015	argile sableuse	1,3
"	G 9	393-436	"	0	82	1707	7-17	vase grise	1
"	G 10	436-487	"	0	"	1708	17-26	vase brune	<1
"	G 11	487-511	sable	0	"	1709	26-37	limon	0
"	G 12	511-547	"	0	"	1710	37-45	argile granul.	0
H	H 1	0-52	vase grise	0	"	1711	45-65	argile struct.	0
"	H 2	52-100	"	0	1	1638	16-50	argile struct.	$<0,3$
"	H 3	100-132	argile granul.	0	4	1641	47-57	argile struct.	1,6
"	H 4	147-195	argile struct.	$<0,2$	10	1650	40-71	argile struct.	0
"	H 5	195-273	"	0	27	1667	38-50	argile struct.	0

(Tableau 6 - fin)

Station	N°	Profondeur en cm.	Nature	CaCO ₃ %	Station	N°	Profondeur en cm	Nature	CaCO ₃ %
44	1682	40-74	argile struct	0	1118	1740-1	0-15	vase grise	0,2
49	1687	21-70	"	0	127	1737-2	0-11	vase grise	0,3
65	1697	26-55	"	0	150	1755	0-12	vase brune	0,5
88	1714	5-40	"	0	157	1766	29-51	argile struct.	0
89	1715	0-10	argile granul.	0	182	1795	17-60	"	0,2
95	1722	24-44	"	0	188	1802	23-65	"	0,2
96	1723	6-55	argile struct.	0,3	193	1807	1-10	vase grise	0,2
99	1726	0-8	argile granul.	0,2	198	1812	0-10	argile granul.	0
104	1731-1	1-30	vase grise	5	214	1826	0-10	argile struct.	0
113	1737-1	8-45	argile struct.		215	1827	0-10	argile granul.	0,2

44 - Phosphore total.

La teneur en phosphore des différents types de sédiments est élevée, elle est plus forte pour les limons (moyenne 2,2 ‰), plus faible pour l'argile (moyenne 1,2 ‰ pour l'argile structurée), intermédiaire dans les vases (moyenne 1,9 ‰).

Aucune relation n'apparaît entre la teneur en P₂O₅ total et les teneurs en carbone organique, argile ou calcium échangeable.

Tableau 7 : Teneurs en phosphore total des sédiments.

P ₂ O ₅ ‰	vase brune	vase grise	argile granulaire	argile structurée	argile molle	limon
moyenne	2,1	1,7	1,3	1,2	1,7	2,2
médiane	1,9	1,5	1,3	1,0	1,5	1,6
minimum	1,4	1,2	0,9	0,4	0,9	0,7
maximum	3,1	3,3	1,8	3,3	2,8	4,6

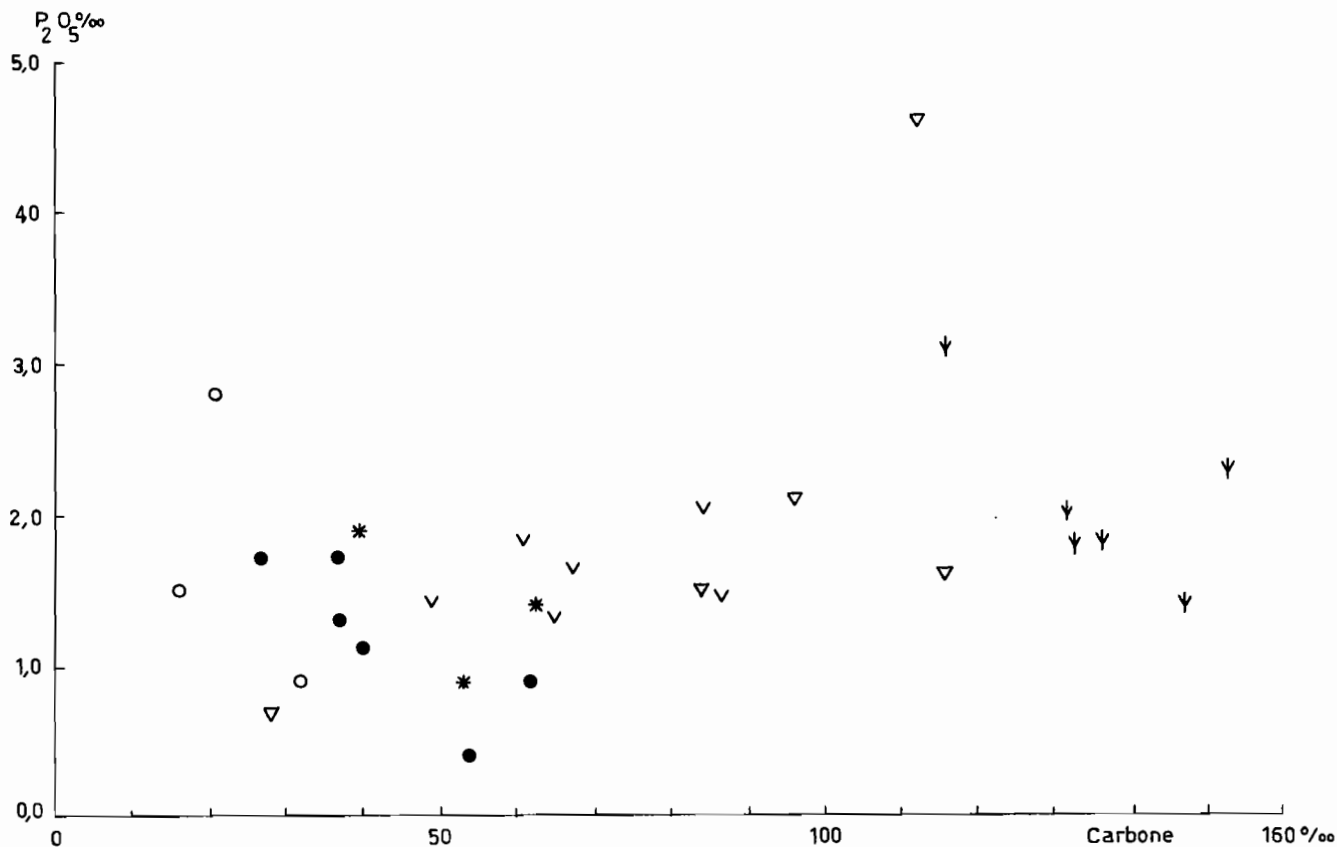


Figure 42 : DIAGRAMME PHOSPHORE TOTAL/CARBONE ORGANIQUE.

∇ = vase grise Ψ = vase brune * = argile granulaire
 ● = argile structurée ○ = argile molle ▽ = limon

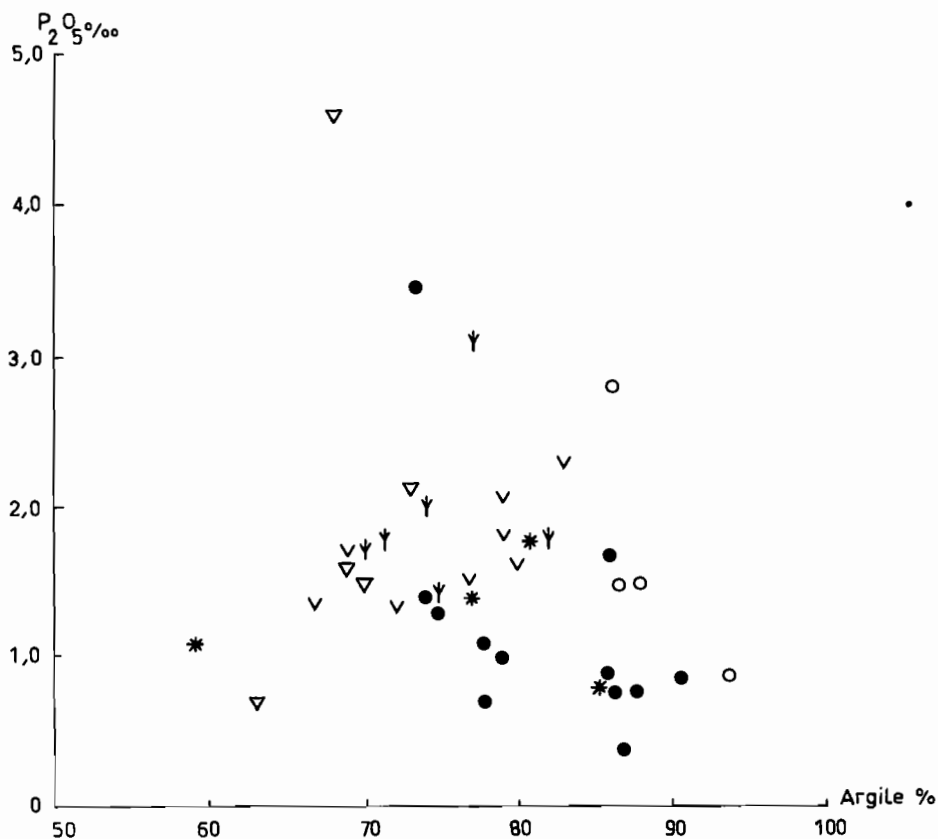


Figure 43 : DIAGRAMME PHOSPHORE TOTAL/ARGILE.

Tableau 8 - Teneurs en phosphore total.

Station	N°	Profondeur en cm	Nature	P ₂ O ₅ ‰
D	1598	0 - 15	vase grise	1,4
E	1614	6 - 15	vase grise	1,3
"	1615	15 - 23	argile granulaire	1,8
"	1616	23 - 40	argile structurée	1,7
"	1617	40 - 60	"	1,7
G	1618	0 - 15	vase grise	1,4
I	1631	0 - 4	vase brune	2,3
4	1641	47 - 57	argile structurée	1,4
6	1643	0 - 14	vase brune	2,0
"	1644	14 - 32	vase grise	1,8
"	1645	32 - 53	vase brune	1,8
"	1646	53 - 71	argile structurée	1,3
27	1667	38 - 50	argile structurée	1,0
44	1682	40 - 74	"	0,9
49	1687	21 - 70	"	0,8
65	1697	26 - 55	"	0,9
82	1706	0 - 7	vase brune	1,8
"	1707	7 - 17	vase grise	1,3
"	1708	17 - 26	vase brune	1,4
"	1709	26 - 37	limon	4,6
"	1710	37 - 45	argile granulaire	1,4
"	1711	45 - 65	argile structurée	1,1
90	1716	0 - 40	vase brune	2,5
99	1726	0 - 8	argile granulaire	1,1
104	1731-1	1 - 30	vase grise	1,7
113	1737-1	8 - 45	argile structurée	0,7
117	1739-1	0 - 11	vase brune	1,7
118	1740-1	0 - 15	vase grise	1,5
127	1737-2	0 - 11	vase grise	2,3
144	1748	0 - 5	vase grise	1,2
182	1795	17 - 60	argile structurée	1,0
189	1803	0 - 9	vase brune	3,1
193	1807	1 - 10	argile molle	1,5
214	1826	0 - 10	argile structurée	3,3
F	F 1	0 - 30	vase grise	3,3

(tableau 8 - fin)

Station	Nº	Profondeur en cm	Nature	P ₂ O ₅ ‰
H	H 1	0 - 52	vase grise	1,6
"	H 2	52 - 100	"	2,0
"	H 3	100 - 132	argile granulaire	0,9
"	H 4	147 - 195	argile structurée	0,9
"	H 5	195 - 273	"	0,4
"	H 6	273 - 315	argile molle	0,9
"	H 8	357 - 399	"	1,5
"	H 11	483 - 525	"	2,8
"	H 14	609 - 651	limon	1,6
"	H 15	651 - 693	"	2,1
"	H 19	798 - 840	"	1,5
"	H 21	882 - 909	"	0,7

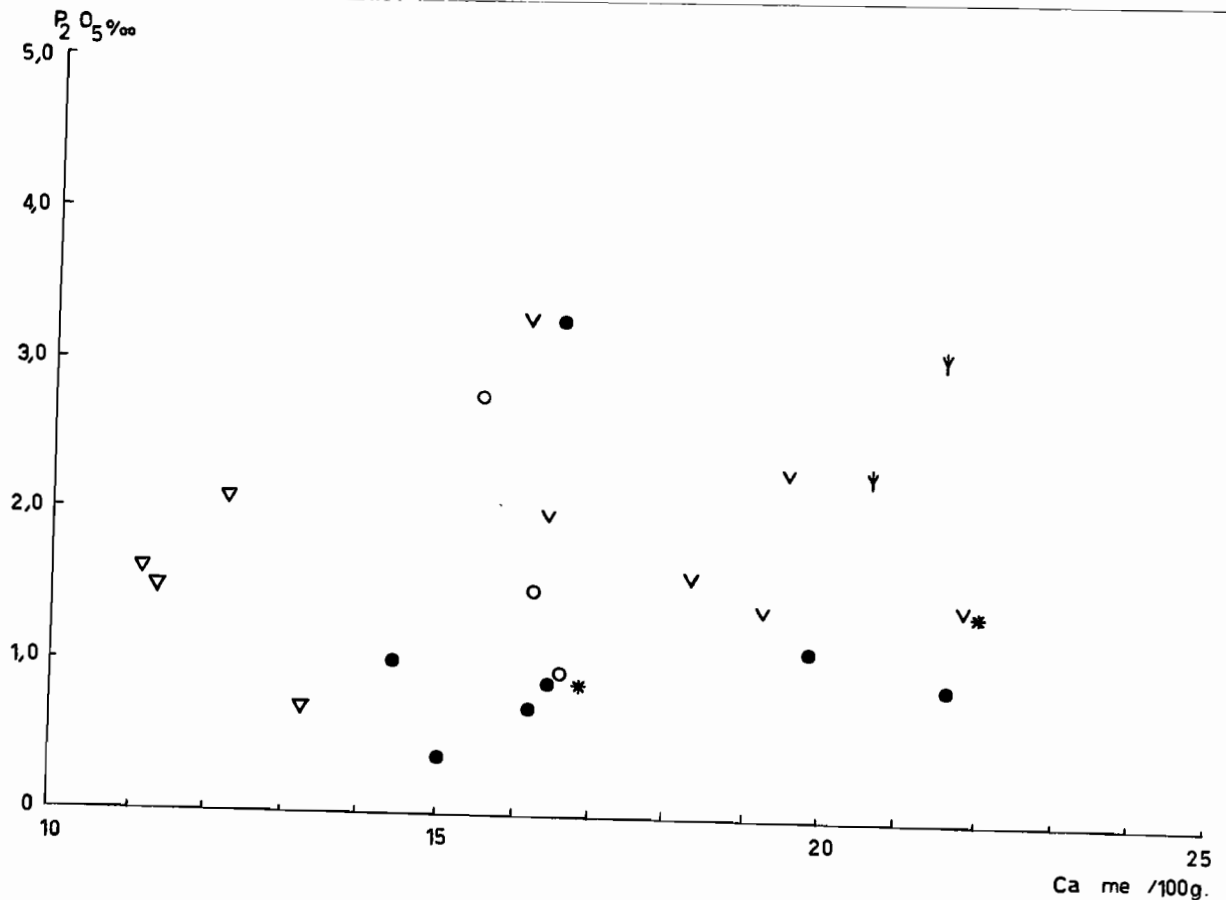


Figure 44 : DIAGRAMME PHOSPHORE TOTAL/CALCIUM ECHANGEABLE.
(légende : fig. 42)

45 - Capacité d'échange et bases échangeables.

La capacité d'échange des sédiments est élevée, toujours supérieure à 30 milliéquivalents pour 100 g. Elle est plus forte dans les vases que dans les argiles (moyenne de 59,6 pour les vases brunes, de 49,5 pour les vases grises, de 38,0 pour l'argile). Elle croît avec la teneur en matière organique sauf dans le cas des limons profonds.

Parmi les bases échangeables le calcium est toujours largement dominant, sa teneur dans les sédiments superficiels dépasse 20 milliéquivalents, le rapport du calcium à la capacité d'échange étant voisin de 0,4. Le magnésium est moins bien représenté (moyenne 9,5 milliéquivalents), le rapport calcium sur magnésium étant en moyenne de 2,0. Les teneurs en potassium et en sodium sont plus faibles (moyenne de 1,18 pour le potassium, de 0,84 pour le sodium). Le rapport sodium sur capacité d'échange est voisin de 0,04 dans les vases, de 0,3 dans l'argile. Le rapport du sodium au calcium est en moyenne de 0,45.

46 - Extraits saturés.

La conductivité, ramenée à 25°, des extraits aqueux saturés des sédiments est toujours très faible : la moyenne est inférieure à 50 micromhos. Leur teneur moyenne en milliéquivalents ne dépasse pas 0,2, elle augmente avec leur teneur en matière organique. Le sodium est très peu abondant, de l'ordre de 0,1 milliéquivalent et croît lui aussi avec la teneur en matière organique. Le rapport du sodium à la somme des cations reste inférieure à 0,3.

Aucune variation notable ne semble pouvoir être liée à la profondeur et à l'âge du sédiment.

Tableau 9 : Capacité d'échange et Bases échangeables des sédiments en milliéquivalents pour 100 g
T = Capacité d'échange.

	Vase grise	Vase brune	Argile granulaire	Argile structurée	Argile molle	limon
Capacité d'échange						
moyenne	49,5	59,6		38,0	36,5	31,6
médiane	51,0	57,0		38,5	35,5	31,0
minimum	40,0	44,5	40,0	32,5	35,0	30,5
maximum	57,0	81,0	44,5	54,5	39,0	32,9
Ca						
moyenne	20,2	22,4	19,4	18,1	16,0	12,1
médiane	21,0	21,0		16,5	16,2	12,2
minimum	16,1	19,8	16,8	14,4	15,5	11,1
maximum	22,5	29,6	22,0	29,3	16,5	13,2
100 $\frac{Ca}{T}$						
moyenne	40,9	37,7	45,7	47,9	44,0	38,6
médiane	39,6	38,0		47,7	44,2	39,9
minimum	34,9	32,1	42,0	37,5	42,4	35,8
maximum	48,9	44,5	49,4	74,1	45,6	41,2
Mg						
moyenne	10,94	10,84	8,25	8,31	8,00	5,08
médiane	11,30	11,10		8,25	7,95	4,88
minimum	8,55	9,45	7,50	6,45	7,50	4,35
maximum	12,30	11,70	9,00	9,60	8,55	5,85
Ca/Mg						
moyenne	1,9	2,0	2,4	2,0	2,0	2,4
médiane	1,9	2,0		1,9		2,3
minimum	1,5	1,8	1,9	1,7	1,9	2,0
maximum	2,4	2,5	2,9	3,1	2,1	2,8
K						
moyenne	1,30	1,10	1,32	1,30	1,14	0,71
médiane	1,30	1,16		1,29		0,70
minimum	1,18	0,69	1,18	0,69	0,97	0,65
maximum	1,52	1,28	1,47	1,51	1,32	0,79
Na						
moyenne	0,79	0,98	0,48	0,54	0,54	0,91
médiane	0,88	0,94		0,47	0,53	0,90
minimum	0,43	0,61	0,46	0,42	0,45	0,86
maximum	1,10	1,49	0,50	1,15	0,65	0,99
Na/Ca						
moyenne	0,41	0,44	0,25	0,33	0,33	0,75
médiane	0,42	0,43		0,29		0,70
minimum	0,27	0,30	0,23	0,18	0,27	0,69
maximum	0,50	0,72	0,27	0,70	0,42	0,89
100 $\frac{Na}{T}$						
moyenne	4,1	4,4	2,5	3,1	3,4	7,5
médiane	4,2	4,3		2,9	3,3	7,0
minimum	2,7	3,0	2,3	1,8	2,7	6,9
maximum	5,0	7,2	2,7	7,0	4,2	8,9

Tableau 10 : Bases échangeables et capacité d'échange des sédiments.

N°	Station	Profondeur en cm.	Nature	Ca	Mg	K	Na	T	S	V	100 $\frac{Na}{Ca}$	100 $\frac{Na}{T}$	100 $\frac{Ca}{T}$	100 $\frac{Ca+Mg}{T}$	$\frac{Ca}{Mg}$
1598	D	0 - 15	vase grise	19,2	8,55	1,28	(3,40)	44,0	32,4	74	(17,7)	7,7	43,6	63,0	2,4
1618	G	0 - 15	"	21,8	10,40	1,35	1,10	44,5	34,7	78	5,0	2,5	48,9	72,3	2,0
1631	I	0 - 4	vase brune	20,6	9,90	1,22	0,90	58,0	32,6	56	4,4	1,5	35,4	52,6	2,1
1638	1	16 - 50	argile structurée	29,3	8,25	1,47	0,53	39,5	39,6	100	1,8	1,3	74,1	95,0	2,4
1642	5	0 - 5	vase brune	29,6	11,70	1,00	1,43	81,0	43,7	54	4,8	1,8	36,6	51,0	2,5
1649	10	0 - 24	vase brune	20,7	11,10	1,26	1,49	64,5	34,6	54	7,2	2,3	32,1	49,3	1,9
1650	"	40 - 71	argile structurée	17,3	7,50	1,47	0,51	33,5	26,8	80	2,9	1,5	51,6	74,0	2,3
1674	33	0 - 6	vase brune	21,0	10,10	1,24	1,04	54,5	33,4	61	4,9	1,9	38,6	57,1	2,1
1676	36	0 - 60	"	23,3	11,50	1,13	1,01	60,0	36,9	62	4,3	1,7	38,8	58,1	2,0
1677	38	0 - 22	vase brune	27,5	11,30	0,96	0,94	72,5	40,7	56	3,4	1,3	38,0	53,5	2,4
1685	48	0 - 18	vase grise	21,0	11,30	1,35	0,79	53,0	34,4	65	3,8	1,5	39,6	61,0	1,9
1686	49	0 - 10	"	21,0	10,50	1,52	0,85	46,0	33,9	74	4,0	1,8	45,6	68,5	2,0
1697	65	26 - 55	argile structurée	16,5	8,25	1,50	1,15	38,5	27,4	71	7,0	3,0	42,8	64,1	1,9
1702	74	0 - 12	vase grise	22,2	11,40	1,29	0,93	46,0	35,8	79	4,2	2,0	48,2	73,0	1,9
1704	78	0 - 13	vase grise	20,3	10,40	1,25	0,88	51,0	32,8	64	4,3	1,7	39,8	60,2	1,9
1710	82	37 - 45	argile granulaire	22,0	7,50	1,18	0,50	44,5	31,2	70	2,3	1,1	49,4	66,3	2,9
1711	"	45 - 65	argile structurée	19,8	6,45	1,29	0,42	40,5	28,0	69	2,1	1,0	48,8	64,7	3,1
1712	85	0 - 40	vase brune	20,6	10,50	1,19	0,85	54,5	33,1	61	4,1	1,6	37,8	57,0	2,0
1714	88	5 - 40	argile structurée	17,6	9,45	1,51	0,43	33,0	29,0	88	2,4	1,3	53,4	82,0	1,9
1718	92	0 - 7	vase brune	19,8	10,40	1,16	0,64	44,5	32,0	72	3,2	1,4	44,5	68,0	1,9
1724	97	0 - 12	vase brune	20,6	9,45	0,69	0,61	53,5	31,4	59	3,0	1,1	38,5	56,1	2,2
1734-2	124	0 - 10	vase grise	21,0	11,30	1,34	0,89	54,5	34,5	63	4,2	1,6	38,5	59,2	1,9
1735-2	125	0 - 1	"	20,0	11,30	1,34	1,00	53,0	33,6	63	5,0	1,9	37,8	59,0	1,8
1736-1	113	0 - 8	"	22,0	11,30	1,35	0,93	56,0	35,8	64	4,2	1,7	39,6	59,8	2,0
1737-1	"	8 - 45	argile structurée	16,2	8,85	1,51	0,43	34,0	27,0	79	2,6	1,3	47,7	73,5	1,8
1737-2	127	0 - 11	vase grise	19,5	11,10	1,25	0,76	51,5	32,6	63	3,9	1,5	37,8	59,4	1,8
1743	137	0 - 10	"	22,5	12,30	1,30	0,95	52,5	37,1	71	4,2	1,8	43,0	66,2	1,8
1765	157	0 - 10	vase grise	21,8	12,00	1,20	0,96	57,0	36,0	63	4,4	1,7	38,3	59,4	1,8
1766	157	29 - 51	argile structurée	15,2	8,70	1,28	0,46	40,5	25,6	63	3,0	1,1	37,5	59,0	1,7
1779	171	0 - 9	vase brune	23,0	11,60	1,18	1,00	57,0	36,8	66	4,3	1,8	40,3	60,8	2,0

Tableau 10 (suite)

N°	Station	Profondeur en cm.	Nature	Ca	Mg.	K	Na	T	S	V	100 $\frac{Na}{Ca}$	100 $\frac{Na}{T}$	100 $\frac{Ca}{T}$	100 $\frac{Ca+Mg}{T}$	$\frac{Ca}{Mg}$
1794	182	0 - 17	vase brune	20,3	11,00	1,09	0,94	53,5	33,3	62	4,6	1,8	38,0	53,5	1,8
1795	"	17 - 60	argile structurée	14,4	7,95	1,27	0,45	32,5	24,1	74	3,1	1,4	44,3	68,6	1,8
1803	189	0 - 9	vase brune	21,5	11,10	1,28	1,08	53,5	35,0	65	5,0	2,0	40,2	61,0	1,9
1826	214	0 - 10	argile structurée	16,5	8,55	1,23	0,61	33,5	26,9	80	3,7	1,8	49,2	74,6	1,9
1829	218	0 - 10	vase brune	22,5	11,30	0,91	0,88	68,7	35,6	52	3,9	1,3	32,8	49,3	2,0
F.1	F	0 - 18	vase grise	16,1	9,45	1,34	0,43	40,0	27,3	68	2,7	1,1	40,2	63,8	1,7
H.1	H	0 - 52	vase grise	18,3	11,7	1,18	0,63	46,5	31,8	68	3,4	1,4	39,4	64,4	1,6
H.2	"	52 - 100	"	16,4	11,1	1,25	0,76	47,0	29,5	63	4,6	1,6	34,9	53,5	1,5
H.3	"	100 - 132	argile granulaire	16,8	9,00	1,47	0,46	40,0	27,7	69	2,7	1,1	42,0	64,6	1,9
H.4	"	147 - 195	argile structurée	21,6	9,60	0,69	0,55	54,5	32,4	60	2,5	1,0	39,6	57,2	2,2
H.5	"	195 - 273	"	15,0	7,95	1,18	0,47	38,5	24,6	64	3,1	1,2	38,9	59,4	1,9
H.6	"	273 - 315	argile molle	16,5	7,95	1,32	0,45	39,0	26,2	67	2,7	1,2	42,4	62,6	2,1
H.8	"	357 - 399	"	16,2	8,55	1,14	0,53	35,5	26,4	74	3,3	1,5	45,6	69,6	1,9
H.11	"	483 - 525	"	15,5	7,50	0,97	0,65	35,0	24,6	70	4,2	1,9	44,2	65,7	2,1
H.14	"	609 - 651	limon	11,1	4,80	0,69	0,99	31,0	17,6	57	8,9	3,2	35,8	51,2	2,3
H.15	"	651 - 693	"	12,2	4,35	0,65	0,86	30,5	18,1	59	7,0	2,8	39,9	54,0	2,8
H.17	"	735 - 756	"	12,8	4,88	0,70	0,88	31,0	19,3	62	6,9	2,8	41,2	57,0	2,6
H.19	"	798 - 840	"	11,3	5,55	0,75	0,90	31,4	18,5	59	7,9	2,9	36,0	53,5	2,0
H.21	"	882 - 909	"	13,2	5,85	0,79	0,93	32,9	20,8	63	7,0	2,8	40,1	57,7	2,3

T = Capacité d'échange

S = Somme des cations Ca, Mg, K et Na.

V = 100 S/T

résultats en milliequivalents pour 100 g. de sédiment.

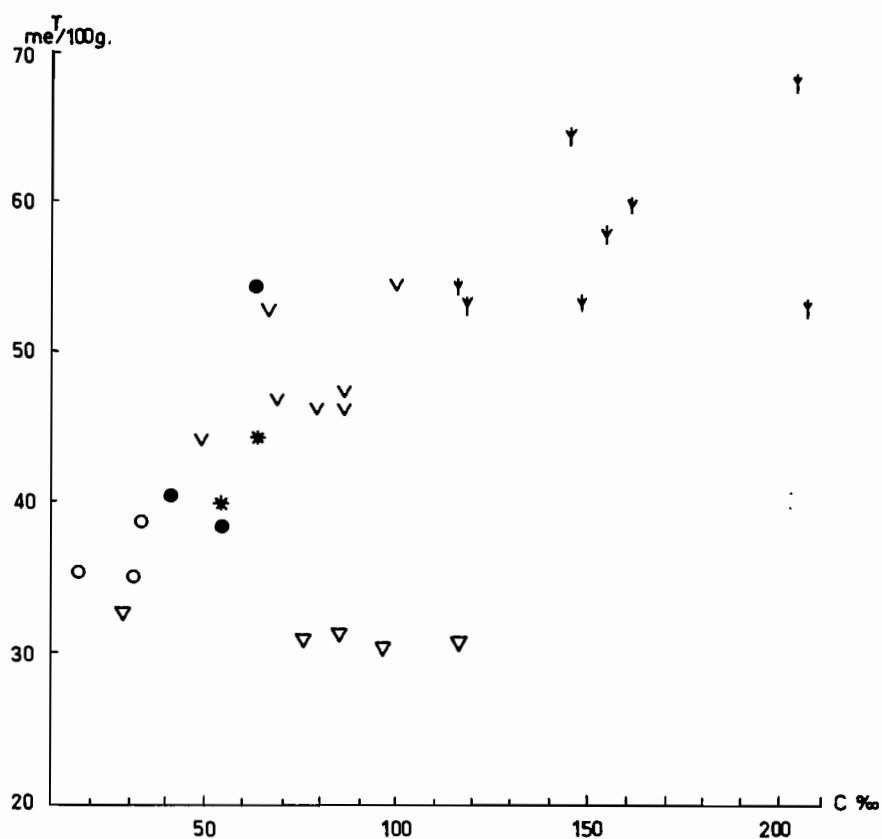


Figure 45 : CAPACITE D'ECHANGE ET TENEURS EN CARBONE ORGANIQUE.

Y = vase brune
 V = vase
 ▽ = limon

* = argile granulaire
 ● = argile structurée
 ○ = argile molle

Tableau 11 : Extraits aqueux saturés des sédiments - Sels solubles.

	Vase brune	Vase grise	Argile granulaire	Argile structurée	Argile molle	Limon	
C	moy.	47	35	52	33	37	51
	méd.	27	46	56	35	41	47
	mini.	23	20	11	20	23	39
	maxi.	91	102	88	116	55	73
T	moy.	0,9	0,9	0,7	0,8	0,6	1,0
	méd.	0,6	0,8	0,3	0,7	0,6	1,0
	mini.	0,5	0,3	0,2	0,4	0,4	0,8
	maxi.	1,8	1,7	1,8	1,1	0,9	1,2
Na	moy.	0,11	0,13	0,08	0,08	0,06	0,12
	méd.	0,09	0,11	0,08	0,08	0,06	0,13
	mini.	0,08	0,06	0,07	0,03	0,05	0,08
	maxi.	0,18	0,25	0,08	0,17	0,07	0,16
K	moy.	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03
	méd.	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03
	mini.	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
	maxi.	0,04	0,08	0,06	0,06	0,04	0,04
Na/T	moy.	0,14	0,16	0,28	0,11	0,08	0,12
	méd.	0,16	0,15	0,28	0,12	0,08	0,12
	min.	0,10	0,06	0,13	0,07	0,07	0,10
	max.	0,16	0,31	0,14	0,17	0,17	0,14

C = conductivité en micromhos à 25°.

T = teneur totale en milliéquivalents pour 100 g.

Tableau 12 : Sels solubles des sédiments à partir d'extraits saturés.

Station	Numéro	Profondeur	Nature	C	T	Na	K	Na/T
E	1615	15 - 23	argile granul.	31	0,6	0,08	0,04	0,13
"	1616	23 - 40	argile struct.	45	0,7	0,08	0,03	0,11
"	1617	40 - 60	"	116	1,0	0,17	0,06	0,17
G	1618	0 - 15	vase grise	46	0,9	0,17	0,04	0,19
4	1641	47 - 57	argile struct.	60	0,9	0,11	0,05	0,12
6	1646	53 - 71	argile struct.	63	0,9	0,06	0,03	0,07
27	1667	38 - 50	"	38	0,7	0,10	0,04	0,14
44	1682	40 - 74	"	37	0,6	0,05	0,03	0,08
49	1687	21 - 70	"	29	0,5	0,07	0,03	0,14
65	1697	26 - 55	"	28	0,5	0,06	0,04	0,12
82	1710	37 - 45	argile granul.	81	0,4	0,07	0,05	0,17
"	1711	45 - 65	argile struct.	24	0,4	0,03	0,02	0,07
90	1716	0 - 40	vase brune	91	1,8	0,18	0,03	0,10
99	1726	0 - 8	argile granul.	11	0,2	0,08	0,03	0,40
104	1737-1	1 - 30	argile struct.	27	0,4	0,07	0,04	0,17
117	1739-1	0 - 11	vase brune	23	0,6	0,09	0,04	0,16
118	1740-1	0 - 15	vase grise	43	0,8	0,25	0,08	0,31
127	1737-2	0 - 11	vase grise	23	0,6	0,09	0,04	0,15
144	1748	0 - 5	"	20	0,3	0,06	0,03	0,20
182	1795	17 - 60	argile struct.	20	0,4	0,03	0,02	0,07
189	1803	0 - 9	vase brune	27	0,5	0,08	0,04	0,16
193	1807	1 - 10	argile molle	24	0,4	0,07	0,04	0,17
214	1826	0 - 10	argile struct.	51	0,8	0,10	0,05	0,12
F	F 1	0 - 18	vase grise	102	1,7	0,11	0,08	0,06
H	H 1	0 - 50	vase grise	47	0,8	0,11	0,04	0,13
"	H 2	50 - 100	"	53	1,0	0,12	0,05	0,12
"	H 3	100 - 130	argile granul.	88	1,8	0,08	0,06	0,44
"	H 4	145 - 195	argile struct.	52	0,9	0,15	0,04	0,17
"	H 5	195 - 275	"	59	1,1	0,11	0,05	0,10
"	H 6	275 - 315	argile molle	55	0,9	0,07	0,04	0,08
"	H 8	355 - 400	"	45	0,7	0,05	0,02	0,07
"	H 11	485 - 525	"	23	0,5	0,06	0,03	0,12
"	H 14	610 - 650	limon	47	1,2	0,16	0,04	0,13
"	H 17	735 - 755	"	46	0,9	0,13	0,03	0,14
"	H 19	800 - 840	"	73	1,1	0,13	0,03	0,12
"	H 21	880 - 910	"	39	0,8	0,08	0,03	0,10

C = conductivité à 25° en micromhos par cm.

T = teneur totale en milliéquivalents pour 100 g.

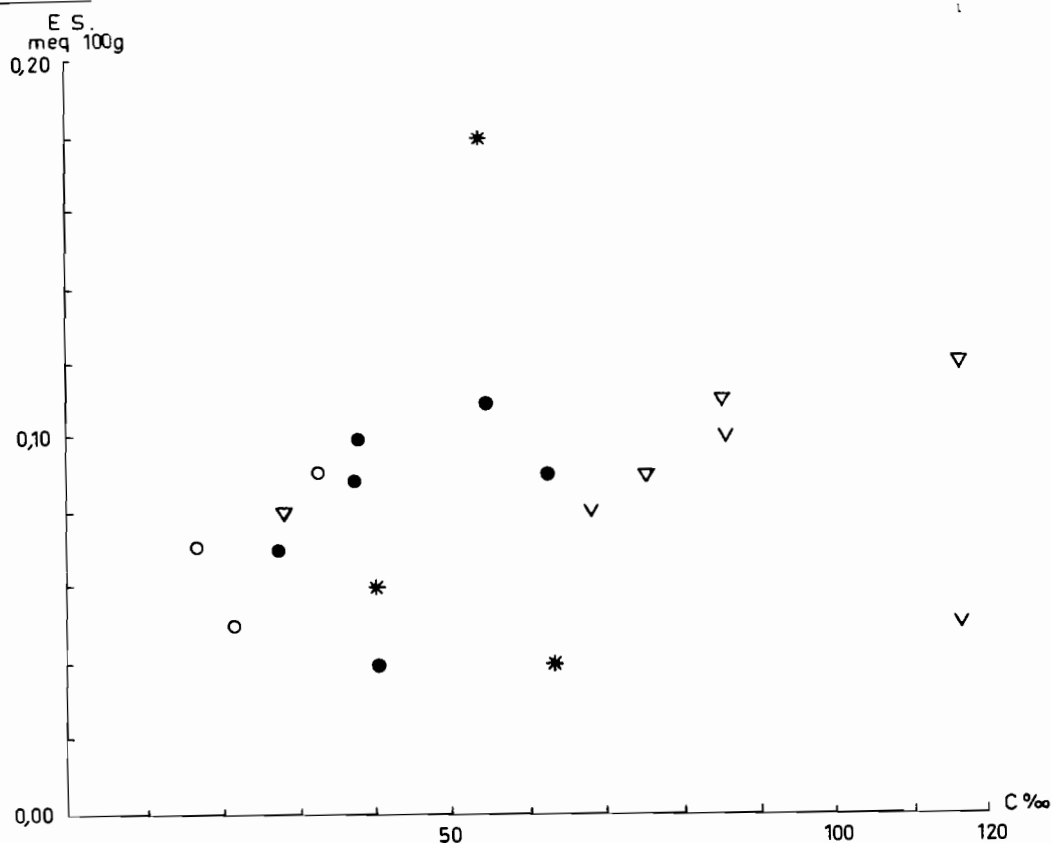


Figure 46 : EXTRAIT SATURE, TENEUR TOTALE EN MILLIEQUIVALENTS POUR 100g., EN FONCTION DE LA TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE.

∇ = vase * = argile granulaire • = argile structurée
 ○ = argile molle ∇ = limon

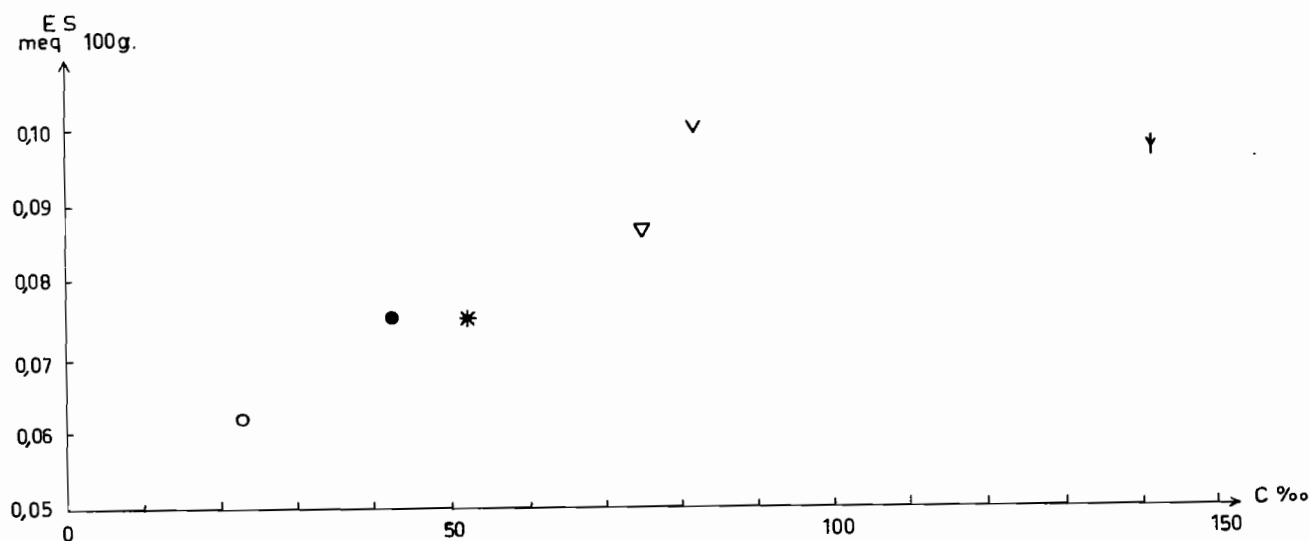


Figure 46* : EXTRAIT SATURE, TENEUR MOYENNE TOTALE EN MILLIEQUIVALENTS POUR 100g., DES DIFFERENTS SEDIMENTS, EN FONCTION DE LEUR TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE.

† = vase brune ∇ = vase grise * = argile granulaire
 • = argile structurée ○ = argile molle ∇ = limon

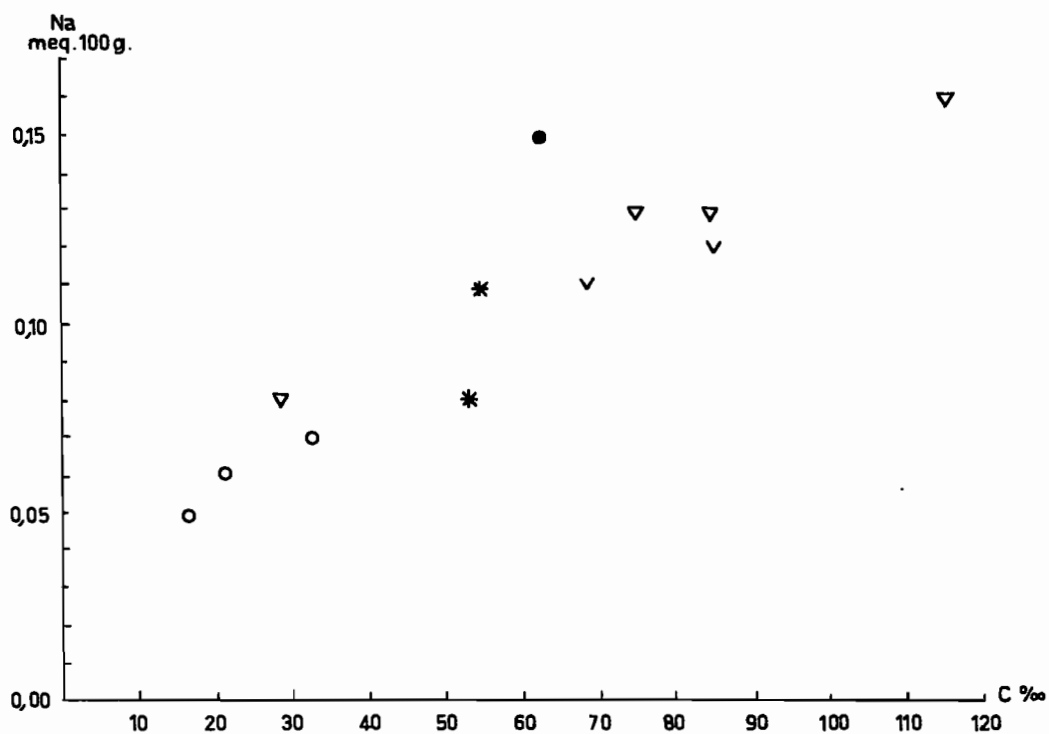


Figure 47 : TENEUR EN Na DE L'EXTRAIT SATURE EN FONCTION DE LA TENEUR EN C ORGANIQUE DANS LA CAROTTE H.

▽ = vase	* = argile granulaire	○ = argile molle
● = argile structurée	▽ = limon	

47 - Minéralogie et analyse triacide.

L'étude minéralogique aux rayons X d'un échantillon de vase, d'un échantillon d'argile granulaire et d'un échantillon d'argile structurée prélevés dans le lac sur une même carotte respectivement entre 0 et 20 cm., 20 et 55 cm., 35 et 55 cm., indique la présence de montmorillonite, de kaolinite et d'illite. Les raies du quartz apparaissent également mais non celles de la calcite. Au point de vue quantitatif la montmorillonite est largement dominante suivie par la kaolinite, l'illite n'étant que faiblement représentée. Les proportions sont approximativement de 50 à 60 % pour la montmorillonite, de 30 à 40 % pour la kaolinite, de 10 % pour l'illite. Il n'apparaît pas de différences de composition notables entre la vase, l'argile granulaire et l'argile structurée. L'étude des pics, notamment de ceux obtenus sur les diagrammes orientés, montre que le degré de cristallisation des argiles va en croissant de la vase à l'argile granulaire puis à l'argile structurée, c'est à dire avec la profondeur et l'ancienneté du sédiment. Dans le polder de Bol-Guini les minéraux argileux des horizons superficiels présentent de même une structure dégradée, les échantillons profonds étant mieux cristallisés. Les résultats sont convergents sans qu'il soit possible de les attribuer avec certitude aux mêmes causes.

L'analyse au réactif triacide de deux échantillons de vase prélevés dans l'archipel et de trois échantillons d'argile prélevés dans le lac sur une même carotte a donné les résultats indiqués au tableau n° 13. Les résultats de l'analyse d'un échantillon du matériau superficiel des polders sont donnés comme terme de comparaison (Cheverry 1971). On voit que lors de la poldérisation il y a un enrichissement important des vases en CaO (+ 148 %) et K_2O (+ 74%), le sodium restant inchangé. Les résultats sont sensiblement les mêmes pour les vases et l'argile.

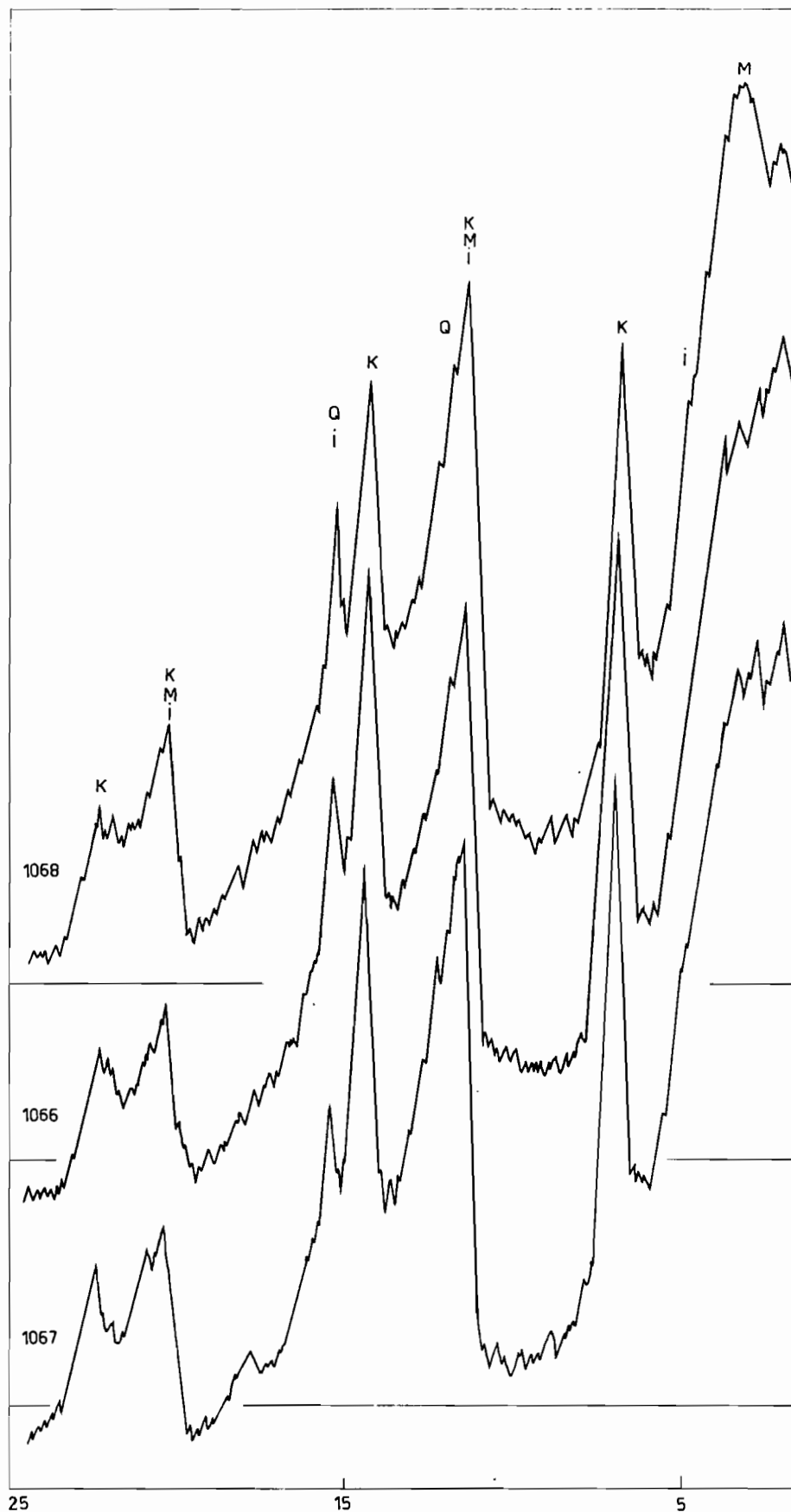


Figure 48 : DIFFRACTOGRAMME X

d'une vase = 1068

d'une argile granulaire = 1066

d'une argile structurée = 1067

K = kaolinite I = illite Q = quartz M = montmorillonite.

Tableau 13 : Résultats d'analyses triacides sur des sédiments du lac.

	vase lac		matériau superficiel polder	argile		
				0-10cm	47-57cm	97-107 cm
Perte au feu %	16,0	25,7	16,45	11,9	16,3	14,3
Quartz et insoluble %	24,2	13,0	26,10	12,5	8,95	17,3
SiO ₂ %	34,8	35,4	32,10	43,3	40,3	40,1
Al ₂ O ₃ %	15,0	14,3	16,20	19,5	21,3	17,6
Fe ₂ O ₃ %	6,50	6,70	5,70	7,50	8,00	6,75
TiO ₂ %	0,59	0,70	0,50	1,00	0,93	0,64
MnO ₂	0,045	0,065		0,085	0,045	0,035
P ₂ O ₅ total %	1,81	1,51		0,89	1,48	0,97
CaO %	0,62	0,68	1,61	0,65	0,65	0,60
MgO %	0,80	0,78	0,71	0,95	0,94	0,84
K ₂ O %	0,58	0,58	1,01	0,80	0,75	0,68
Na ₂ O %	0,26	0,20	0,20	0,23	0,23	0,25
Total triacide %	99,6	98,3	100,58	98,5	98,5	99,2
SiO ₂ /R ₂ O ₃	3,08	3,93	2,73	3,02	2,58	3,10
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	3,23	4,20	3,36	3,76	3,20	3,87

48 - Dessiccation et tassement des sédiments.

Des expériences de dessiccation des sédiments, menées à l'air libre au laboratoire à la température ambiante, ont montré que l'argile molle perd 50 % de son eau au bout de 25 jours, 75 % au bout de 37 jours, 90 % au bout de 51 jours. La vase perd les mêmes pourcentages d'eau au bout de 26, 47 et 58 jours.

Le tassement, diminution de la hauteur d'un cylindre de sédiment laissé à l'air libre au laboratoire, atteint un palier au bout de 60 jours dans le cas de l'argile molle, de 70 jours dans le cas de la vase. Pour celle-ci le tassement moyen mesuré est de 60 %. Il est de 24 % pour l'argile structurée, de 42 % pour l'argile molle. En volume la diminution est de 90 % pour la vase, 41 % pour l'argile structurée et de 76 % pour l'argile molle.

La densité apparente des vases sèches varie de 1,04 à 1,31, elle est en moyenne de 1,14. Celle de l'argile molle varie de 1,29 à 1,58 la moyenne étant de 1,43.

Lors de la dessiccation les vases gardent généralement une structure continue et se présentent en fin de dessiccation sous la forme d'un bloc plus ou moins fissuré ayant conservé sa forme originelle. Les argiles, au contraire, se fragmentent en petits éléments anguleux. Recouvertes d'eau ni les vases ni les argiles ne retrouvent leur capacité de rétention et ne réoccupent leur volume initial, leur gonflement est très faible. Les vases conservent toujours leur forme originelle tandis que les argiles se fissurent et donnent de très nombreux petits éclats et écailles de quelques millimètres à quelques centimètres. La matière organique et les débris végétaux jouent évidemment un rôle essentiel dans le comportement des vases, la diminution de la capacité de rétention en eau est liée à la saturation de l'argile par les cations organiques.

A l'échelle d'un polder il faut s'attendre à des tassements importants lors de l'assèchement des divers types de matériaux, l'importance de l'assèchement étant liée à la profondeur de la nappe phréatique. C. Cheverry a signalé des affaissements atteignant 1,25 m. en 15 ans dans le polder de Berim (Cheverry, 1971).

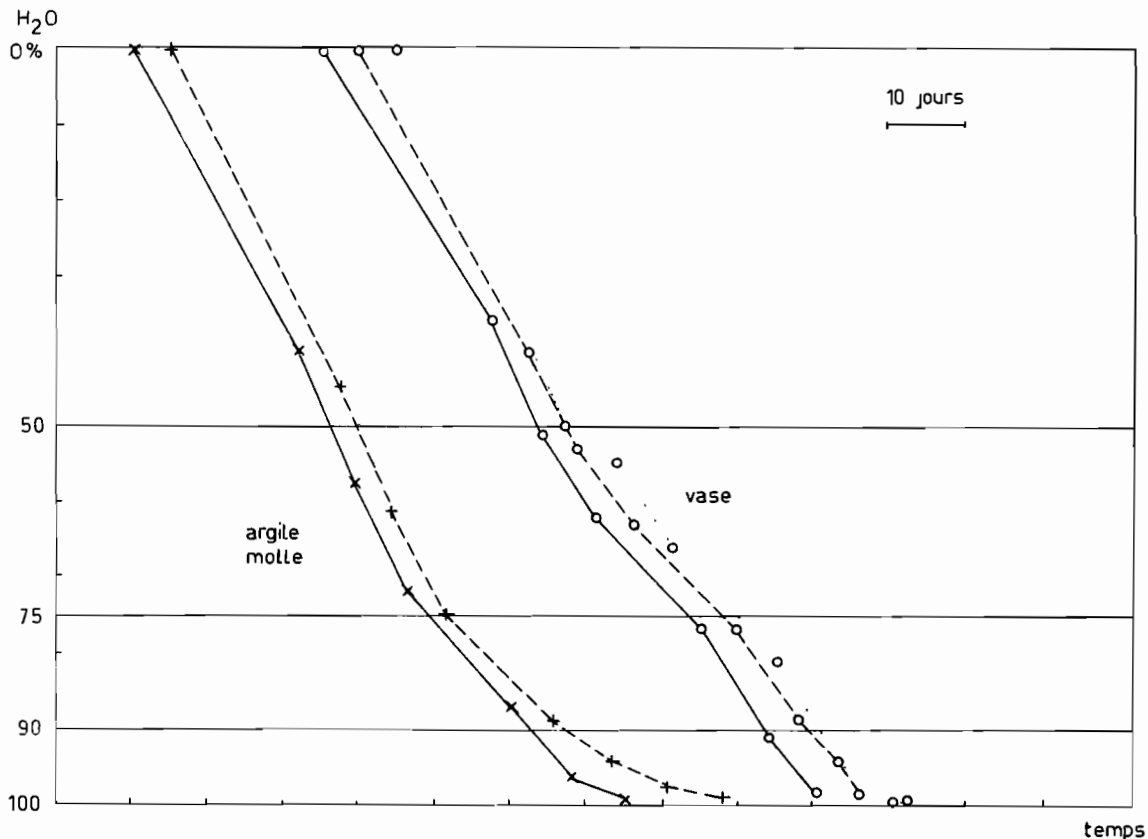


Figure 42 : Perte en eau en fonction du temps, à l'air libre.

Tableau 14 : Teneurs en eau, tassement et diminution de volume des vases.

Station	N°	Profondeur en cm	Nature	H ₂ O % /terre sèche	H ₂ O % /terre humide	Δ H %	Δ V %
1	1636	0 - 4	vase grise	880	90	66	93
5	1642	0 - 5	vase brune	740	88	50	76
10	1649	0 - 24	"	820	89	65	90
12	1651	0 - 16	"	840	89	64	89
20	1661	0 - 12	"	670	87	49	83
22	1662	0 - 8	vase grise	720	88	61	89
25	1665	0 - 27	vase brune	800	89	67	90
29	1669	0 - 8	vase grise	670	87	63	89
33	1674	0 - 6	vase brune	700	88	63	90
39	1678	0 - 10	"	740	98	64	90
44	1683	0 - 24	vase grise	720	88	64	92
49	1686	0 - 10	"	630	86	58	87
53	1689	0 - 10	vase brune	770	89	65	89
57	1691	0 - 6	"	650	87	60	88
70	1700	0 - 16	vase grise	630	86	61	89
75	1703	0 - 7	"	750	88	63	90
81	1705	0 - 10	vase brune	690	87	65	90
90	1716	0 - 40	"	700	88	64	87
90	1716-2	0 - 40	"	475	72	58	87
98	1725	0 - 5	"	630	86	58	87
100	1727	0 - 3	vase brune	610	86	56	85
106	1732-1	0 - 12	"	790	89	65	89
123	1733-2	0 - 18	"	740	88	64	91
127	1737-2	0 - 11	vase grise	730	88	65	90
129	1739-2	0 - 5	vase brune	760	88	60	87
118	1740-1	0 - 15	vase grise	670	87	60	88
133	1742	0 - 7	"	740	88	61	89
137	1743	0 - 10	"	790	89	64	81
141	1746	0 - 25	vase brune	520	84	59	83
147	1752	0 - 8	vase grise	700	87	63	89
150	1755	0 - 12	vase sableuse	330	78	48	76
157	1765	0 - 8	vase grise	730	88	66	91
165	1773	0 - 8	vase brune	710	88	63	89
168	1776	0 - 6	vase grise	270	73	41	75
171	1779	0 - 9	vase brune	690	87	66	91
180	1790	0 - 10	"	770	88	64	89
186	1799	0 - 8	"	840	89	66	91
190	1804	0 - 11	"	820	89	65	91
196	1810	0 - 10	vase grise	800	89	62	88
200	1814	0 - 10	"	230	82	50	84
202	1816	0 - 1	vase grise	200	83	58	85
218	1829	0 - 10	"	700	89	51	76

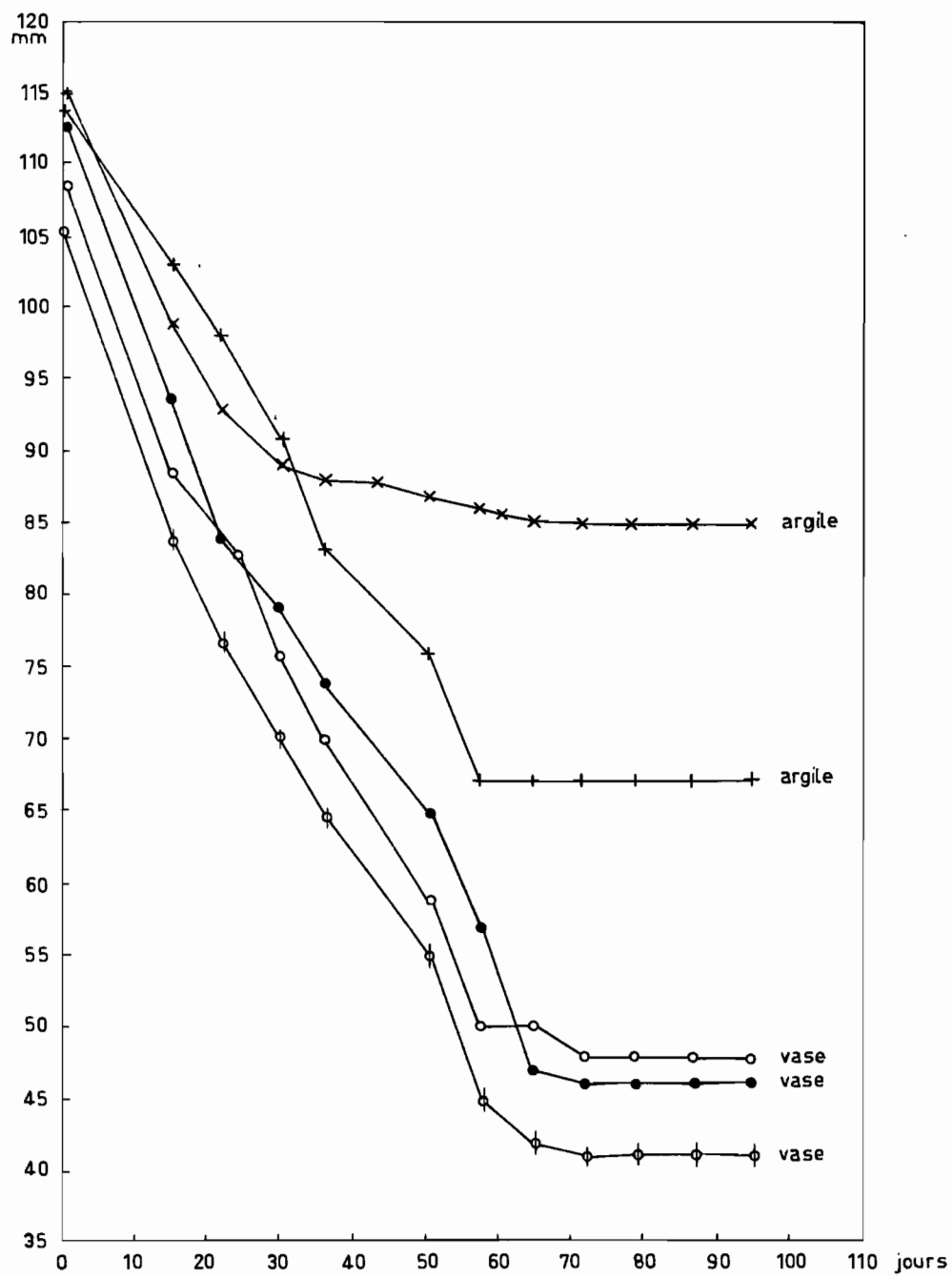
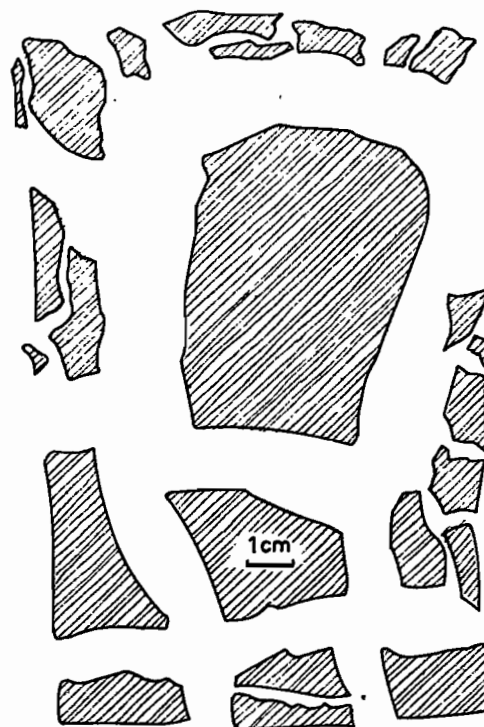
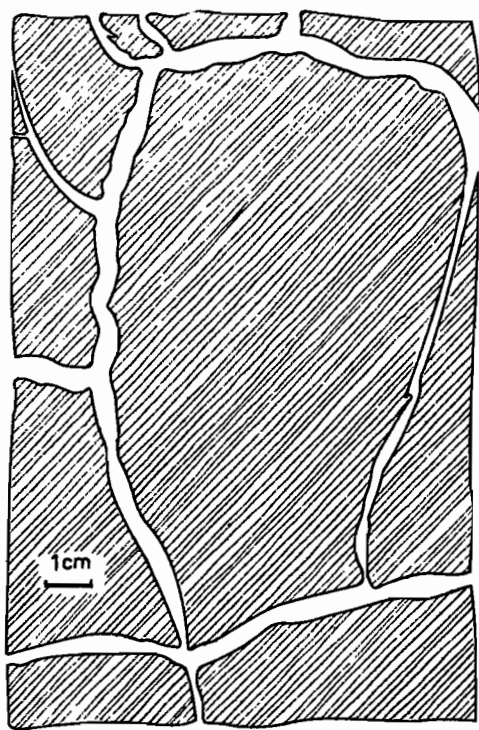
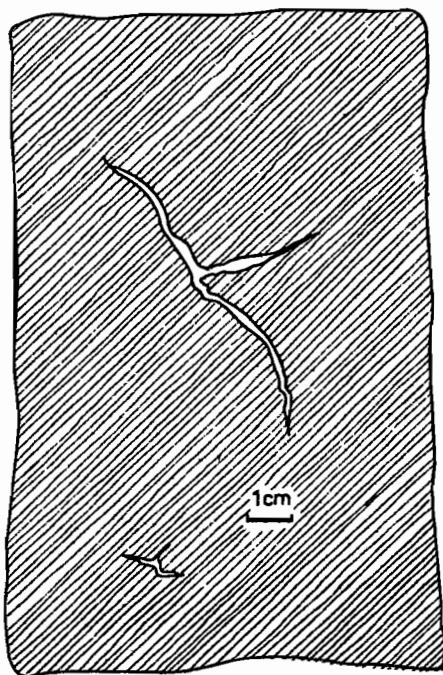


Figure 50 : TASSEMENT DE LA VASE ET DE L'ARGILE MOLLE A L'AIR LIBRE.
En ordonnée : hauteur du cylindre de sédiment.



Argile (matière organique = 2 %)



Vase (matière organique = 16 %)

Figure 51 : Fentes dans une argile et une vase au cours de la dessiccation à l'air libre au laboratoire.

Tableau 15 : Largeur des fentes de retrait dans la vase et l'argile molle au cours de la dessiccation à l'air libre au laboratoire. Expérience en boîtes de 12 x 18 cm. Epaisseur du sédiment = 3 cm.

Temps en jours	Vase		Argile	
	H ₂ O %	l.fentes en mm.	H ₂ O %	l.fentes en mm.
0	630	0	250	0
7		0		6
14		0		15
21		4		24
28		6		25
58		8		26
80	3	8	2	26

49 - Conductivité des eaux.

La conductivité des eaux du bras de Yakoua-Mandi, prélevées à 20 cm. sous la surface, exprimée en micromhos par cm. à 25° variait, lors des mesures du 28 mars au 1 avril 1972, de 70 à 230, la moyenne étant de 140 micromhos. Les teneurs correspondantes en sels sont approximativement de 60 à 190 mg/l avec une moyenne voisine de 115 mg/l (Roche 1968).

Les valeurs obtenues permettent de distinguer deux masses d'eau, l'une de conductivité voisine de 90 micromhos entre Berim, Moun et Saoua, l'autre plus importante, de conductivité voisine de 150 micromhos, plus au sud, entre Yakoua, Mandi et Mafou. Dans la zone nord du bras la conductivité croît de 70 au sud, à la hauteur de Berim, à plus de 200 au nord près de Moun-Dagami, l'augmentation étant très importante à l'extrémité du bras, de 70 à 180 micromhos sur moins de 1 500 m. Dans la zone sud du bras, entre Yakoua, Mandi et Mafou, la conductivité varie peu mais l'influence des apports d'eau moins salée par les passes de Berim-Yakoua et Dessoulom-Mafou reste nette.

Les valeurs de la conductivité obtenues dans la partie nord du bras sont plus faibles que celles habituellement mesurées dans cette zone du lac ceci s'expliquant en partie par l'époque à laquelle les mesures ont été faites, époque correspondant au maximum de la crue du lac c'est à dire à l'arrivée des masses d'eau peu salée amenées par le chari.

Tableau 16 : Conductivité des eaux.

St.	C	St.	C	St.	C	St.	C	St.	C	St.	C
1	218	33	89	69	189	102	146	136	148	170	152
2	188	34	87	70	123	103	142	137	148	171	157
3	196	35	88	71	189	104	157	138	152	172	148
4	229	36	86	72	183	105	150	139	150	173	150
5	186	37	151	73	179	106	150	140	152	174	148
6	185	39	179	74	21	107	148	141	152	175	151
7	181	40	79	75	74	108	148	142	150	176	157
8	181	43	153	76	71	109	138	143	148	177	159
9	167	44	67	77	69	110	140	144	148	178	154
10	174	45	73	78	154	111	137	145	154	195	146
11	69	46	73	80	91	112	146	146	148	196	172
12	66	47	78	81	158	113	148	147	148	197	161
13	155	48	183	82	154	114	144	148	148	198	149
14	146	49	194	83	148	116	157	149	157	199	157
15	150	50	83	84	157	117	148	150	148	200	160
16	65	51	181	85	69	118	150	151	148	201	145
17	146	52	188	86	171	119	154	152	130	202	154
18	126	53	193	87	73	120	150	153	152	203	148
19	85	54	84	88	142	121	148	154	140	204	153
20	86	55	199	89	148	122	146	155	157	205	154
21	88	57	88	90	148	123	148	156	150	206	165
22	84	58	86	91	146	124	148	157	154	208	160
23	86	59	84	92	150	125	148	158	150	209	157
24	93	60	192	93	150	126	140	159	150	210	155
25	94	61	79	94	148	127	150	160	148	211	68
26	150	62	183	95	137	129	148	161	154	212	138
27	150	63	178	96	146	130	154	162	152	213	128
28	150	64	79	97	144	131	148	163	152	214	157
29	74	65	84	98	140	132	150	164	133	215	74
30	65	66	180	99	150	133	146	165	152	216	157
31	66	67	81	100	157	134	152	166	152	217	156
32	66	68	189	101	152	135	148	168	150	218	160

C = Conductivité à 25° en micromhos par cm.

St. = Emplacement des prélèvements.

V CONCLUSION.

Les sédiments du bras de Yakoua-Mandi présentent des éléments très favorables à leur mise en valeur agronomique :

- nature argileuse des matériaux couvrant la totalité du bras sur une épaisseur largement satisfaisante et grande homogénéité de la répartition géographique.
- début de structuration de l'argile permettant d'après les travaux de Cheverry (1971) de prévoir une évolution lors de la poldérisation allant dans le sens :
 - . " d'un développement de plus en plus marqué des structures à tendance dominante verticale "
 - . " d'une diminution de la taille des éléments structuraux "
 - . " d'une augmentation de la stabilité structurale de ces éléments "

Les vases donneront naissance à des matériaux à " structure polyédrique à sub-anguleuse fine " avec une " nette tendance horizontale " pour les niveaux riches en débris végétaux. L'argile et le limon profond prendront une structure prismatique.

La présence d'un niveau semi-tourbeux enfoui à faible profondeur est notée comme étant défavorable à la mise en culture : " cette matière organique ne jouera pas un rôle physique intéressant lors du dessèchement et son caractère hydrophobe pourra même se révéler excessif. Par ailleurs, si le drainage du milieu est insuffisant cette semi tourbe accentuera le caractère réducteur du milieu ". Dans le bras de Yakoua-Mandi ce niveau existe pratiquement partout au dessus de l'argile granulaire mais son épaisseur est faible, de 8 à 16 cm., de 3 à 6 cm. après dessiccation et, comme l'écrit Cheverry : " l'expérience montre toutefois que si ce niveau semi-tourbeux n'est pas trop épais (25 cm. ou moins) au moment de la dessiccation il se tassera au dessèchement se réduisant à une fine couche de 1 à 5 cm. seulement d'épaisseur dont le rôle sur l'évolution du profil ne sera plus déterminant ".

- matière organique abondante, bien évoluée, bien liée à l'argile. Par conséquent " il est sans intérêt de laisser se développer d'importantes masses végétales de roseaux après l'assèchement du bras et l'abaissement du plan d'eau. La réserve supplémentaire de matière organique en voie de décomposition qu'elles fournissent au sol sera rapidement (2 à 3 ans) dissipée après la mise en culture " et de plus " l'enfouissement de ces débris dans un milieu encore insuffisamment drainé risquerait de reconstituer dans le sol des noyaux de milieu réducteur " . (Cheverry, 1971).
- capacité d'échange élevée, teneurs en bases échangeables, en phosphore total, en azote et en potassium satisfaisantes.

Un élément paraît devoir jouer un rôle défavorable lors de la poldérisation : l'absence d'une réserve de carbonates de calcium. Ces carbonates étant " utiles lors de la mise en valeur agronomique pour neutraliser l'acidification provoquée par la réoxydation des sulfures présents dans les sédiments ". Le niveau dit de " carbonatation ancienne " décrit par Cheverry dans les polders n'existe pas actuellement dans le bras de Yakoua-Mandi (ce qui confirme son hypothèse pour expliquer l'origine de ce niveau) mais il est probable qu'une certaine carbonatation des sédiments superficiels interviendra lors de l'assèchement (Cheverry, 1969, 1970).

Malgré un ensemble de facteurs favorables il reste que " l'évolution des matériaux exondés, la pédogénèse des sols, sera en fait orientée principalement par la nappe phréatique, sa profondeur aux différentes époques de l'année, sa composition chimique, son degré de minéralisation " (Cheverry, 1969).

En ce qui concerne la bathymétrie il faut noter la faible profondeur du bras et la grande régularité des fonds dans la zone comprise entre Moun, Berim et Sacua. Il faut surtout noter l'existence d'une fosse très profonde entre Berim et Yakoua. Cette fosse correspond à la seule passe importante reliant la partie est de l'archipel au reste du lac, les autres passes, peu nombreuses, étant très peu profondes et de plus souvent encombrées de masses de roseaux et de papyrus. Sa fermeture modifiera d'une façon notable la circulation de l'eau dans la zone est de l'archipel, zone jouant un grand rôle dans la régulation saline du lac par suite de l'infiltration des eaux sous sa bordure nord (Carmouze 1970 et Roche 1970), il est donc plus que probable que de nouveaux phénomènes touchant la concentration saline des eaux et allant dans le sens d'une salinisation accrue vont apparaître et modifieront le milieu.

BIBLIOGRAPHIE.

- CARMOUZE (J.P.), 1969 - Salures globales et spécifiques des eaux du lac Tchad en 1968.
Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol., vol. III, n° 2.
- CHEVERRY (C.), 1965 - Essai de caractérisation des sols des polders de Bol (rives du lac Tchad).
ORSTOM, Fort-Lamy, 120 p. ronéo.
- CHEVERRY (C.), 1966 - Etude préliminaire des processus d'hydromorphie et d'halomorphie dans les sols des polders de la région de Bol (rives du lac Tchad).
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. IV, n° 3.
- CHEVERRY (C.), 1967 - Note sur la fertilité des sols des polders de Bol après dix ans de mise en culture.
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. 5, n° 2.
- CHEVERRY (C.), 1968 - Rôle original de la pédogénèse sur la nature et le mode de l'accumulation saline dans les polders de Bol.
Science du Sol, n° 2.
- CHEVERRY (C.), 1969 - La génèse des sols salés à alcalis dans les polders des rives nord-est du lac Tchad.
Agrokemia és Talajtan, 18, supplementum.
(Symposium on the reclamation of sodic and soda saline soils - Erevan).
- CHEVERRY (C.), 1969 - Salinisation et alcalinisation des sols des polders de Bol. Conséquences sur la fertilité et l'aptitude à l'irrigation de ces sols.
ORSTOM, Fort-Lamy, 110 p. ronéo.
- CHEVERRY (C.), 1971 - Les premières étapes de la poldérisation sur les bordures nord-est du lac Tchad.
ORSTOM, Fort-Lamy, 38 p. ronéo.
- CHEVERRY (C.), SAYOL (R.), 1971 - Etude des sols des deux polders de Bol-Berim et Bol-Guini dans leurs relations avec la nappe phréatique sous-jacente.
ORSTOM, Fort-Lamy, 92 p. ronéo.
- DIELEMAN (J.P.), DE RIDDER (N.A.), 1963 - Expertise sur les mouvements des eaux et des sels dans le polder de Bol-Guini.
Institut International pour l'Amélioration et la Mise en Valeur des Terres, Wageningen, Pays-Bas, 40 p.

- DUPONT (B.), 1968 - Etude des formations sédimentaires du Kanem. Premiers résultats.
ORSTOM, Fort-Lamy, 150 p. ronéo.
- DUPONT (B.), 1970 - Distribution et nature des fonds du lac Tchad (nouvelles données).
Cah. ORSTOM, sér. Géol., vol. II, n° 1.
- GUICHARD (E.), BOUTEYRE (G.), LEPOUTRE (B.), 1959 - Etude pédologique des polders de Bol et Bol-Guini.
ORSTOM, Fort-Lamy, 72 p. ronéo.
- ROCHE (M.A.), 1968 - Première estimation des apports en sels au lac Tchad par le Chari.
Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., vol. V, n° 1.
- ROCHE (M.A.), 1970 - Hydrogéologie des côtes du lac Tchad à Nô, Tchingam et Soro (Kanem).
ORSTOM, Fort-Lamy, 32 p. ronéo.
- ROCHE (M.A.), 1970 - Evaluation des pertes du lac Tchad par abandon superficiel et infiltrations marginales.
Cah. ORSTOM, sér. Géol., vol. II, n° 1.
- SERVANT (M.), 1970 - Données stratigraphiques sur le quaternaire supérieur et récent au nord-est du lac Tchad.
Cah. ORSTOM, sér. Géol., vol. II, n° 1.

TABLE DES FIGURES

N°	
1	Coupe théorique de la série lacustre du bras de Yakoua-Mandi
2	Localisation des carottages profonds
3	Localisation des carottages et prélèvements
4 à 11	Logs des carottes profondes
12	Localisation des coupes
13 à 27	Coupes
28	Granulométrie des vases, argiles et limons diagramme triangulaire
29	Granulométrie des vases : diagramme triangulaire.....
30	Granulométrie des argiles : diagramme triangulaire
31	Granulométrie des limons : diagramme triangulaire
32	Diagramme sorting index/moyenne des sables
33	Diagramme asymétrie/moyenne des sables
34	Diagramme déviation standard/ moyenne des sables
35 à 39	Granulométrie des sables : courbes de fréquences courbes cumulatives
40	Diagramme carbone/azote des sédiments
41	Diagramme carbone organique/argile
42	Diagramme phosphore total/carbone organique
43	Diagramme phosphore total/argile
44	Diagramme phosphore total/calcium échangeable
45	Diagramme capacité d'échange/carbone organique
46 et 46*	Diagramme extraits saturés/carbone organique
47	Diagramme sodium/carbone organique
48	Diffractogrammes X de vase et d'argiles
49	Perte en eau en fonction du temps
50	Tassement en fonction du temps
51	Fissuration lors de la dessiccation

TABLEAUX.

N°		Pages
1	Corrélation des niveaux étudiés dans la région de Bol par l'ORSTOM	9
2	Granulométrie des vases, argiles et limons	15 à 20
3	Granulométrie des sables	21
4	Carbone et azote organiques des sédiments moyennes, médianes, minimums, maximums, C/N	23
5	Carbone et azote organiques des sédiments teneurs en matière organique, C/N	24 à 27
6	Carbonates des sédiments	28
7	Phosphore total des sédiments moyennes, médianes, minimums, maximums	29
8	Phosphore total des sédiments	30 à 31
9	Capacité d'échange des sédiments, bases échangeables moyennes, médianes, minimums, maximums	33
10	Capacité d'échange des sédiments, bases échangeables	34 à 35
11	Extraits aqueux saturés des sédiments moyennes, médianes, minimums, maximums	36
12	Extraits aqueux saturés des sédiments	37
13	Analyse triacide de vase et d'argiles	39
14	Teneurs en eau, tassement et diminution de volume des sédiments,.....	41
15	Fissuration d'une vase et d'une argile	42
16	Conductivité des eaux,.....	43

CARTES ET FIGURES HORS TEXTES.

Nº

- 1 Bathymétrie : carte au 1/10.000
- 2 Nature des fonds : carte au 1/10.000
- 3 Epaisseur des niveaux de vase : carte au 1/10.000
- 4 Conductivité des eaux du lac dans le bras de Yakoua-Mandi

MOUN - DAGAMI

MOUN

SAOUA

BERIM

MANDI

YAKOUA

MAFOU

DESSOULOM

144-1451
BIBLIOTHEQUE
S.C.D.-2
O.R.S.T.O.M.

29 AOÛT 1972
D.G.
DUP

ETUDE BATHYMETRIQUE
ET SEDIMENTOLOGIQUE
DU BRAS DE YAKOUA-MANDI

CARTE N° 1: BATHYMETRIE

L'espacement des isobathes est de
0,50m, sauf dans les passes où pour
des raisons de clarté elle est de 1,00m.
Le tracé de la ligne de rivage, à la
côte 280,50m a été fourni par le
service cartographique de la S.C.E.T. COOP.
Les creux sont indiqués par le
signe -, les dômes par +

Echelle : 1/10 000





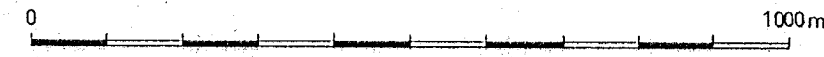
41 411 ex)
BIBLIOTHEQUE
S.C.D.-2
D.R.S.T.O.M.
29 AOUT 1972
DG
DUP

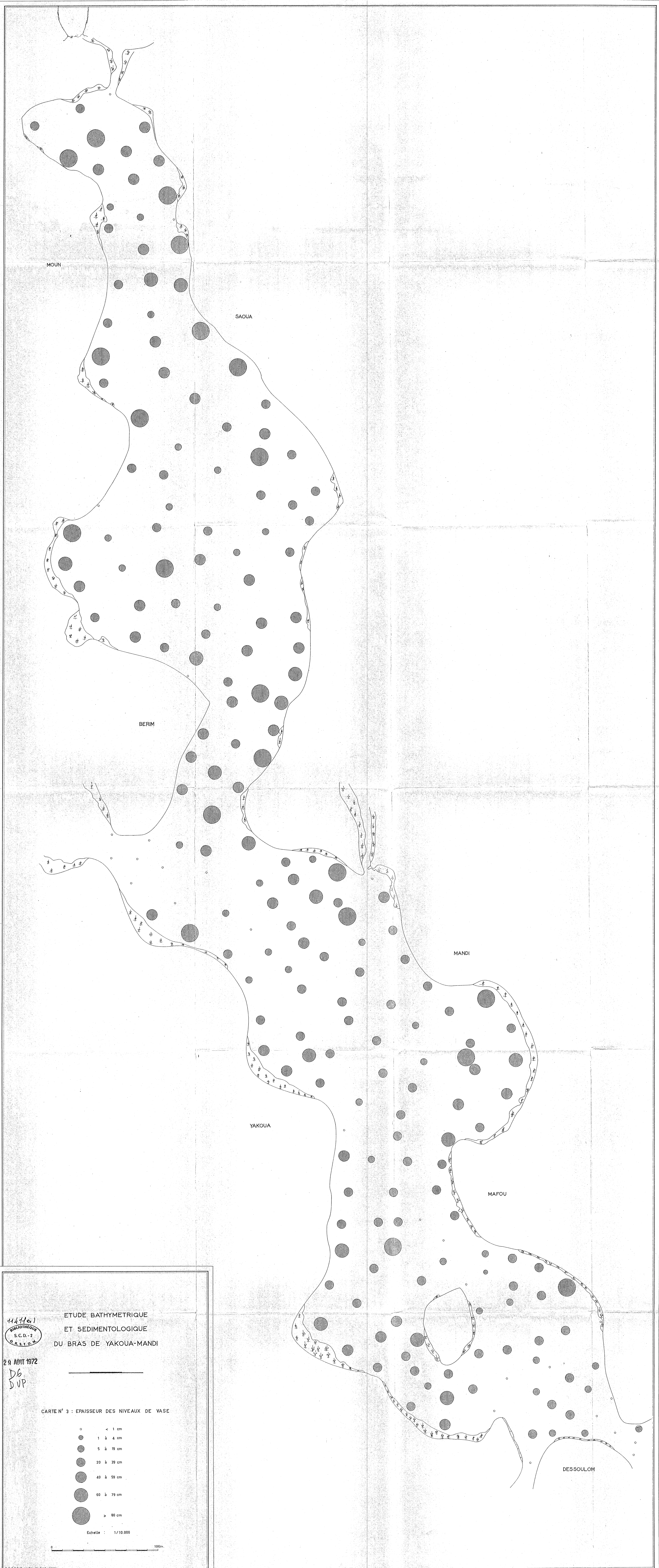
ETUDE BATHYMETRIQUE
ET SEDIMENTOLOGIQUE
DU BRAS DE YAKOUA-MANDI

CARTE N° 2 : NATURE DES FONDS

- Sable
- Vase brune
- Vase grise
- Argile granulaire
- Argile molle

Echelle : 1/10.000





CARTE N°4: CONDUCTIVITE DES EAUX
au 28 Mars - 1^{er} Avril 1972
(micromhos par cm, à 25°)

